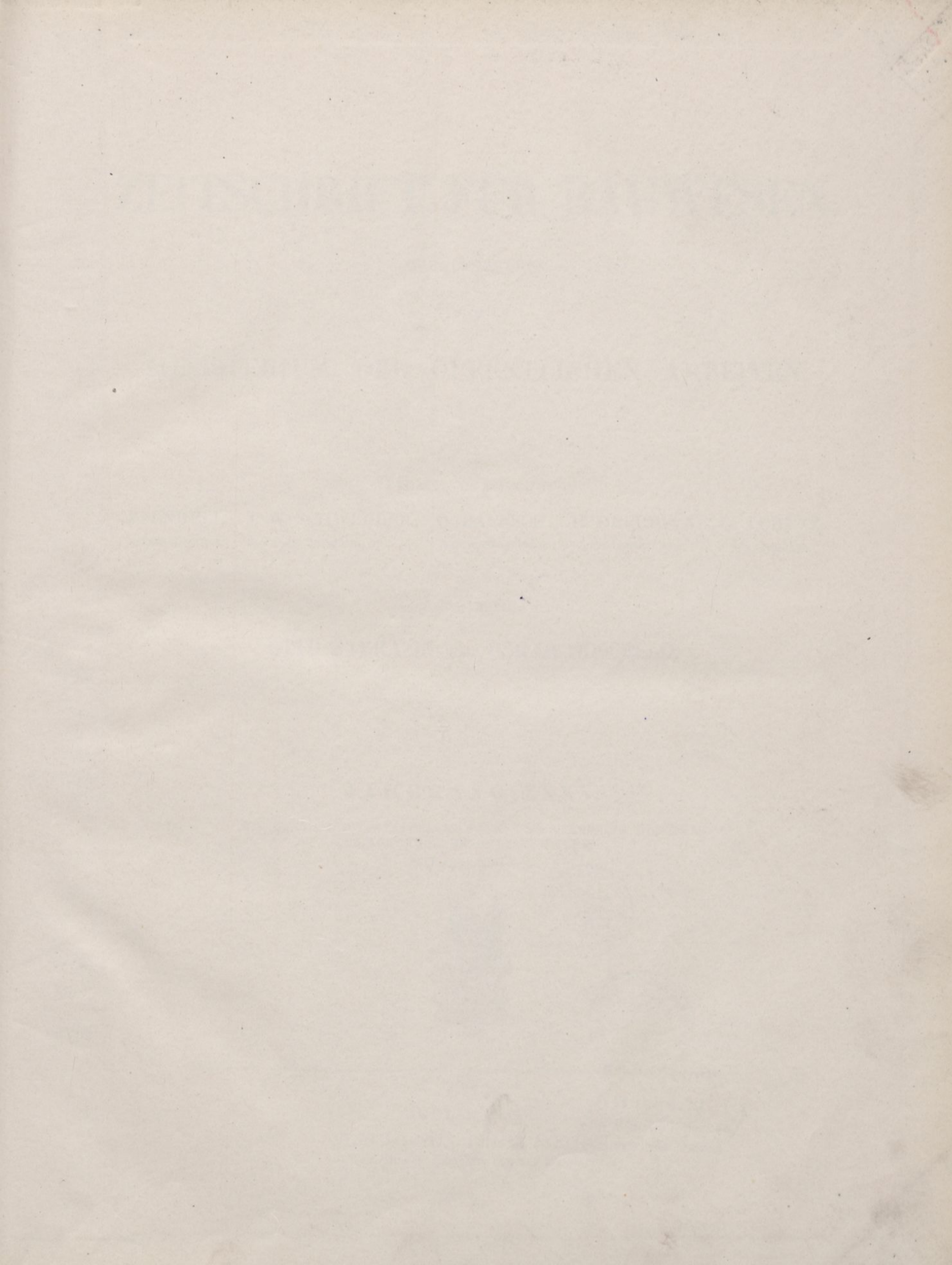
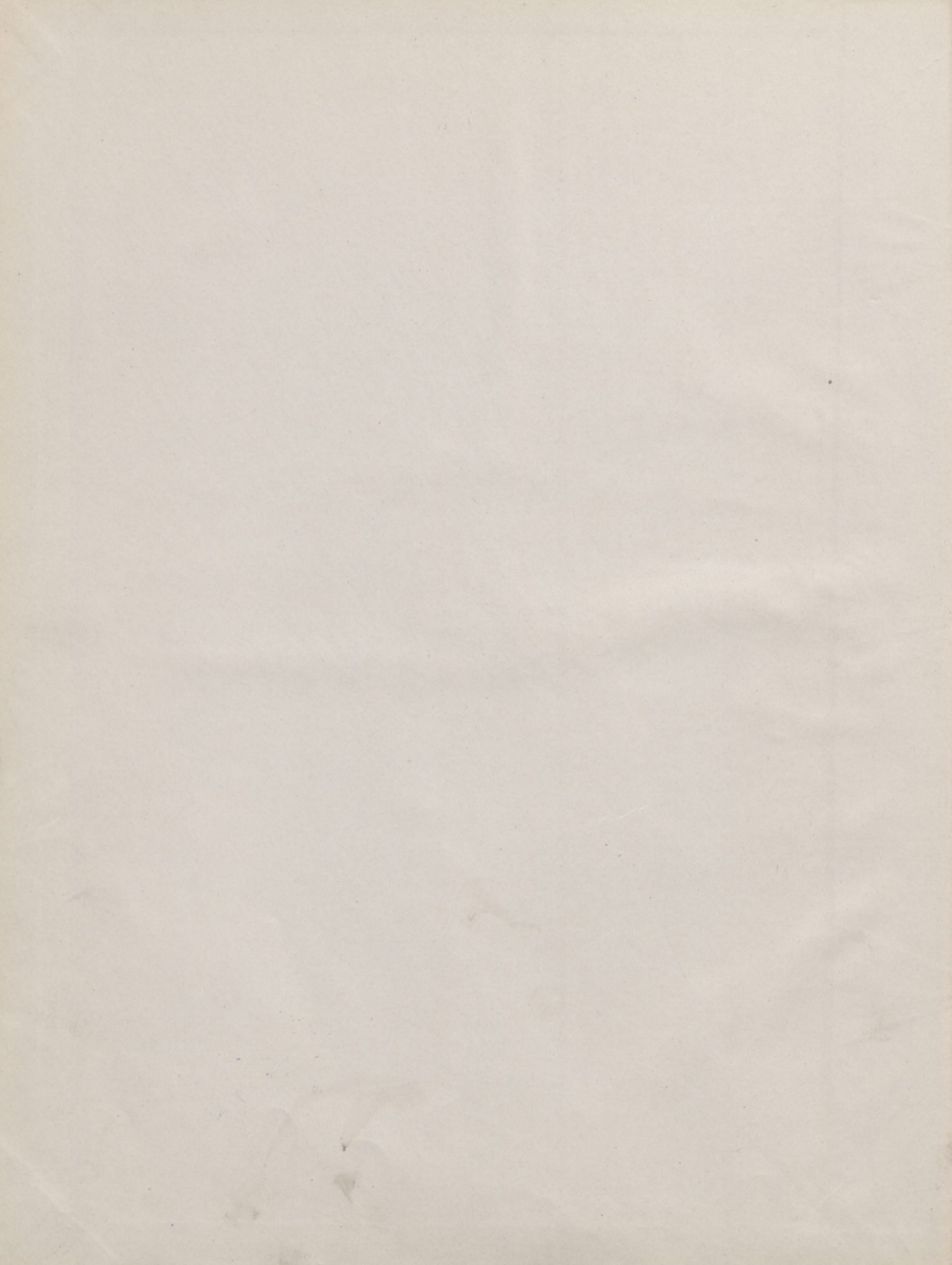

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej
100100234231





ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-AUSSCHUSS:

F. ENDELL, OBERBAUDIRECTOR. J. W. SCHWEDLER, GEH. OBERBAURATH. O. BAENSCH, GEH. OBERBAURATH. H. OBERBECK, GEH. OBERBAURATH. O. LORENZ, GEH. BAURATH.

REDACTEURE:

OTTO SARRAZIN UND **OSKAR HOSSFELD.**

JAHRGANG XXXX.

MIT LXXIII KUPFERTAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1890.

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)







HERAUSGEGEBEN
IM
MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-AUSSCHUSS:
J. W. SCHWEDLER, GEH. OBERBAURATH. O. BAENSCH, GEH. OBERBAURATH. H. OBERBECK, GEH. OBERBAURATH. F. ENDELL, GEH. OBERBAURATH.

REDACTEURE:
OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XXXX. 1890. HEFT I BIS III.

INHALT:

Für den Buchbinder.
Bei dem Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen" aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichnifs des Jahrgangs dem Uebrigen anzufügen.

BERLIN 1890.
VERLAG VON ERNST & KORN
WILHELM ERNST
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)
WILHELMSTRASSE 90.



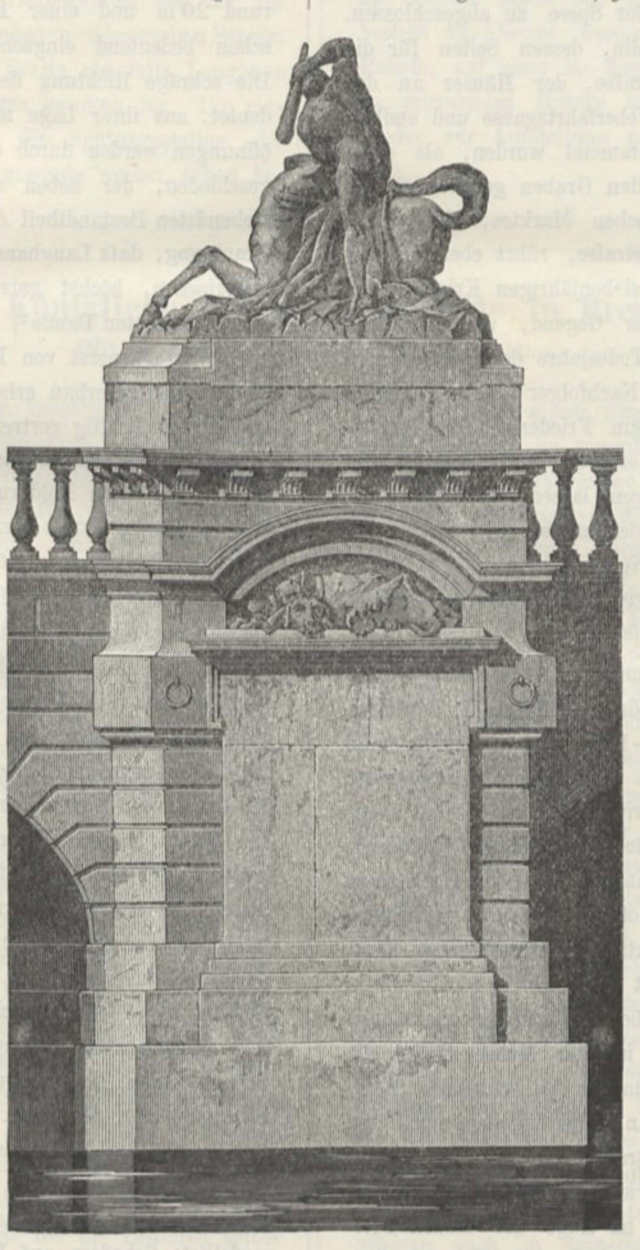


JAHRGANG XXXX. 1890. HEFT I BIS III.

Die Hercules-Brücke in Berlin.

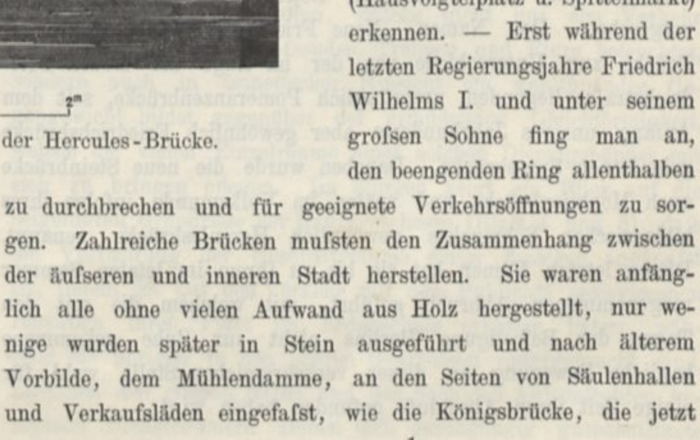
(Mit Zeichnung auf Blatt 1 im Atlas.)

Für die Entwicklung Berlins zu der volk- und verkehrsreichen Weltstadt, die es heutzutage nach überraschend schnellem Wachsthum geworden, sind wenige Maſsnahmen aus vergangenen Zeiten von so schweren Folgen gewesen, als die einst im Drange der Kriegsnoth von dem Groſsen Kurfürsten unternommene Befestigung der Stadt. Die Befestigungen waren nicht nur gleich anfänglich ein gewaltsamer Eingriff in das Bestehende, sie erwiesen sich, nachdem dank der Thatkraft und Staatskunst Friedrich Wilhelms glücklicherweise jede unmittelbare Gefahr von der Hauptstadt abgewendet war, mehr und mehr als ein Hinderniſs und Hemmschuh für die schon unter desselben Herrschers Regierung rasch über die ihr zugemessenen Grenzen hinauswachsende Residenz, ja noch bis in unsere Tage macht sich der Mangel zureichender Verbindungen zwischen dem Mittelpunkte und den anschlieſsenden Vorstädten als eine Folge jener Maſsregel in empfindlicher, die Sorge der städtischen Verwaltung stets von neuem erregender Weise fühlbar. Die ursprüngliche mittelalterliche Befestigung, wie sie uns der älteste, von Johann Gregor Memhardt entworfene Berliner Stadtplan vom Jahre 1648 veranschaulicht, hatte sich bei der Anlage der Thore naturgemäſs nach den den äuſseren Verkehrswegen entsprechenden Hauptstraſsenzügen gerichtet. Das Spandauer, Stralauer, Köpenicker Thor u. a. lagen im Zuge der gleichnamigen Gassen, bezw. der nach den Nachbarorten führenden Landwege. Die neuen Befestigungswerke hingegen mit den geometrischen Figuren ihrer in streng abgemessenen Entfernungen angelegten Bastionen, Ravelins und Gräben durchschnitten in ganz willkürlicher Weise die seit Jahrhunderten bestehenden Verbindungen. So muſsten beispielsweise das Spandauer und Gertrauden-Thor verlegt werden, weil die alten Thorbauten gerade auf die Spitze eines Bastions der neuen Anlage fielen. Breite Wassergräben und die Glacis davor schieden die Städte Cölln, Berlin und Friedrichswerder von der bald darauf entstehenden Dorotheenstadt und den Vorstädten vor dem Spandauer, Königs- und Köpenicker Thore. So konnte es ferner geschehen, daſs die seit 1688 nach einem einheitlichen, groſsen Plane neu angelegte Friedrichstadt mit den alten inneren Theilen keine einzige gerade durchgehende Verkehrsader gemein hatte, ja selbst mit der Dorotheenstadt, nördlich der Linden, nur durch zwei enge, zwischen Hinterhäusern und Gärten hindurchführende Gassen in Verbindung trat, die noch heute nicht breiter gewordenen schmalen Strecken der Friedrich- und Charlottenstraſse zwischen den Linden und der Behrenstraſse.



Westseite des Mittelpfeilers der Hercules-Brücke.

Unter Friedrich Wilhelm I. dehnte sich die rasch heranwachsende Stadt alsbald bis zu der jetzt vom Zuge der Königgrätzerstraſse umschriebenen Grenze aus, der Anbau im Innern aber folgte emsig den durch die Wälle und Gräben gegebenen Grenzen und Fluchten, legte somit einen doppelten Gürtel von Straſsen und Hausanlagen um die Befestigungswerke herum. Die Wassergräben wurden vielfach zum Betriebe gewerblicher Anlagen benutzt und konnten demzufolge nicht ohne weiteres beseitigt werden. Obwohl sie heutzutage fast überall zugeschüttet oder überbrückt sind, kann man ihren Lauf auf jedem Stadtplane leicht an der sternförmigen Umriſslinie der inneren Stadt sowie auch an der unregelmäſsigen Gestalt einzelner Plätze (Hausvoigteiplatz u. Spittelmarkt) erkennen. — Erst während der letzten Regierungsjahre Friedrich Wilhelms I. und unter seinem groſsen Sohne fing man an, den beengenden Ring allenthalben zu durchbrechen und für geeignete Verkehrsöffnungen zu sorgen. Zahlreiche Brücken muſsten den Zusammenhang zwischen der äuſseren und inneren Stadt herstellen. Sie waren anfänglich alle ohne vielen Aufwand aus Holz hergestellt, nur wenige wurden später in Stein ausgeführt und nach älterem Vorbilde, dem Mühlendamme, an den Seiten von Säulenhallen und Verkaufsläden eingefaſst, wie die Königsbrücke, die jetzt



verschwundene Jägerbrücke und die Brücke in der Leipziger Strafse. Den Zugang zu der Strafse Unter den Linden bildete bis in die zwanziger Jahre unseres Jahrhunderts eine schmucklose Holzbrücke. Der Verkehr nach der lebhaft angebauten Spandauer Vorstadt ging lange Zeit einzig über die sehr ungünstig belegene Spandauer Thorbrücke und über das davor liegende Ravelin mit einer zweiten Brücke. Erst als Friedrichs des Grofsen Mutter, die Königin Sophie Dorothea, ihren Sitz in dem ansehnlich erweiterten Schlöfschen „Monbijou" aufgeschlagen und der König etwa um 1750 die Bebauung des Geländes am Graben daselbst frei gegeben, wurde kurz vor der Einmündung des Festungsgrabens in die Spree eine Holzbrücke, Friedrichsbrücke genannt, errichtet. Der Graben war dazumal noch sehr breit und wurde durch ein Wehr nach der Spree zu abgeschlossen. Auf der Vorstadtseite lag ein Ravelin, dessen Seiten für die Richtung der kleinen Präsidentenstrafse, der Häuser an der Westseite des Monbijouplatzes, der Ueberfahrtsgasse und endlich auch für die Brücke insofern bestimmend wurden, als diese letztere in schräger Richtung über den Graben geführt werden mufste. Die Bebauung des Hakeschen Marktes, der neuen Promenade, der grofsen Präsidentenstrafse, rührt ebenfalls aus dieser Zeit kurz vor Beginn des siebenjährigen Krieges her. Die erste Steinbrücke aber in jener Gegend, die ehemalige Spandauer Brücke, wurde erst im Todesjahre des grofsen Königs durch Unger errichtet. Sein Nachfolger König Friedrich Wilhelm II. sorgte, da auch Königin Friederike das Schlofs Monbijou zu ihrem Lieblingssitze erkoren und daselbst die hübschen Vordergebäude hatte anlegen lassen, gleichfalls für den Anbau und die Verschönerung des umgebenden Stadttheils, indem er in dem Winkel zwischen Neue Promenade und Spandauer Brücke auf königliche Kosten vier noch bestehende Häuser mit stattlichen Façaden errichten liefs.

Die Acten des Ober-Hofbauamts (im Geheimen Staats-Archive) aus der Regierungszeit Friedrich Wilhelms II. bewahren in den alljährlich aufbewahrten Bau-Etats genaue Verzeichnisse der auf königliche Kosten oder mit königlicher Unterstützung zu errichtenden öffentlichen wie Privatgebäude. Vorsitzender der Behörde war anfänglich der berüchtigte Christoph v. Wöllner, nach dessen Ernennung zum Staatsminister das Ober-Hofbauamt einen besonderen Director in Carl Gotthard Langhans erhielt, neben Gottfried Schadow die bedeutendste künstlerische Kraft jener Zeit in Berlin. Im Bau-Etat des Jahres 1787 waren nun neben dem Bau einer neuen, ebenfalls von Langhans entworfenen Brücke und Säulenhalle in der Mohrenstrafse die Kosten für eine von demselben Künstler zu erbauende Steinbrücke, der Neuen Friedrichsbrücke, an Stelle der oben erwähnten hölzernen mit dem vorläufigen Betrage von 21 976 Thalern vorgesehen. Den Namen „Neue Friedrichsbrücke" erhielt die Brücke zum Unterschiede von der im Zuge der Neuen Friedrichstrafse liegenden, ursprünglich Pomeranzenbrücke, seit dem Anfang unseres Jahrhunderts aber gewöhnlich Friedrichsbrücke geheifsenen Spreebrücke. Daneben wurde die neue Steinbrücke auch Monbijoubrücke und später im Volksmunde infolge ihres bildnerischen Schmuckes gewöhnlich Herculesbrücke genannt. Diesen letzten Namen hat sie bis zu ihrem im letzten Sommer vorgenommenen Abbruch geführt, mit welchem die seit den Tagen der Befestigung Berlins nicht zur Ruhe gekommene bauliche Bewegung an dieser verkehrsreichen Stelle wohl für einige Zeit ihren Abschlufs gefunden haben wird.

Der Bau der Brücke scheint schnell von statten gegangen zu sein. Die Bögen waren bereits im Jahre 1788 beendet; bald darauf mufs auch die Ausschmückung durch Bildwerke in Aussicht genommen sein, denn die Gipsskizzen zu den beiden Kampfgruppen auf den Mittelpfeilern, die von der Hand Schadows herrühren, werden im Kataloge der Kunstausstellung des Jahres 1789 erwähnt. Zwei Jahre darauf erscheinen die Gruppen bereits beendet, wenigstens ist für dieselben sowie für Einfassung des Platzes an der Brücke die Summe von 3230 Thalern im Bau-Etat von 1791 ausgesetzt. Die Herculesbrücke, deren Ansicht und Grundrifs auf Blatt 1 im Atlas nach den unter Wolffensteins Leitung erfolgten Aufnahmen von Bertram und Krieger dargestellt sind,[1]) überspannt in einer Länge von rund 20 m und einer Breite von etwa $11\frac{1}{2}$ m den damals schon bedeutend eingeengten Wasserlauf des Festungsgrabens. Die schräge Richtung der Brücke ergab sich, wie schon angedeutet, aus ihrer Lage mit Nothwendigkeit. Die beiden Bogenöffnungen werden durch einen kräftig gegliederten Mittelpfeiler geschieden, der neben dem bildnerischen Schmucke den anziehendsten Bestandtheil der ganzen Anlage bildet. Es verdient Beachtung, dafs Langhans diese Pfeilerbildung fast getreu einem malerischen, höchst geistvollen Architektur-Entwurfe Piranesis aus dem achten Bande[2]) seines berühmten Kupferwerkes entlehnt hat, worauf zuerst von Herrn Bertram hingewiesen ist. Ueber einem Stufenunterbau erhebt sich der breit angelegte gequaderte Pfeiler mit kräftig vortretender Gurtplatte und glatter, von einem zierlichen Abschlufsgesimse gekrönter Tafel an den Stirnseiten. In den vertieften Feldern unterhalb des bogenförmig herumgeführten Deckgesimses der Brücke erblickt man auf der einen Seite das Relief einer Löwenhaut, auf der andern das Fell des Cerberus mit den drei Hundsköpfen. Der Pfeiler ist über das Deckgesims hinausgeführt und schliefst in Höhe des Brustgeländers mit einem Consolengesimse ab, auf welchem die Fufsplinthen für die Gruppen aufsetzen. Einfacher gestaltet und ohne Reliefschmuck sind die Widerlagspfeiler. Die Postamente für die Eckgruppen des Geländers zieren einfache Lorbeergehänge. Sie bilden den einzigen rein ornamentalen Schmuck des Ganzen. Die Bögen, deren Widerlager fast ganz hinter den massigen, kräftig vorspringenden Pfeilern verborgen liegen, erwecken im Gegensatze zu diesen vermöge ihrer mäfsigen Scheitelstärke und trotz geringer Spannweite den Eindruck des Leichten und Zierlichen. Erhöht wird für das Auge dieser Gegensatz und das Gewicht der Pfeiler durch die Bildwerke, besonders Schadows beide wirkungsvollen Gruppen über dem Mittelpfeiler, denen die Brücke ihren Namen verdankt. Sie sind aus dem gleichen Materiale wie der Bau selbst, aus Sandstein, gefertigt und stellen an der Westseite den Kampf des Hercules mit dem Centauren Eurytion oder Nessus dar, an der Ostseite die Bezwingung des Nemäischen Löwen. Die erstgenannte Gruppe modellirte Schadow auf Wunsch des Erbauers Langhans nach einem Kupferstiche von der den gleichen Gegenstand behandelnden Gruppe des Giovanni da Bologna. Hercules rittlings über dem zu Boden gestürzten Centauern stehend, ist im Begriff, ihm mit der Keule den Todesstreich zu versetzen, dem der Ueberwundene mit dem linken Arme vergeblich zu wehren trachtet.

1) Aeltere Aufnahmen von der Hand Fleischingers aus dem Jahre 1824 bewahren die Sammlungen des Märkischen Provincial-Museums in Berlin.

2) Piranesi, Band VIII, Tafel 23.

Die andere Gruppe stellt den Helden dar, wie er dem Löwen den Rachen aufreifst, und soll nach Schadows Entwurfe ganz von dem Bildhauer Boy ausgeführt sein.[1]) Die Eckpfeiler der Brücke tragen gelagerte Sphinxfiguren, auf deren Rücken Genien sitzen mit Füllhörnern, die zur Aufnahme von Fackeln zur Erhellung der Brücke bestimmt waren. Eine derartige besondere Erleuchtung wurde bei der dazumal nur mangelhaften Strafsenbeleuchtung für fast alle öffentlichen Gebäude, besonders an Rampen und Treppenaufgängen, vorgesehen. Bei einer Brücke in etwas abgelegener, enger Lage war sie doppelt nothwendig.

In stilistischer Hinsicht kennzeichnet sich die Brücke als ein Werk des Ueberganges zwischen der auf das Rococco folgenden klassicistischen Richtung der Barockkunst und der auf der Wiederbelebung der Antike beruhenden neuklassischen Schule, deren erster bedeutender Vertreter in Berlin ebenfalls Langhans mit dem Bau des Brandenburger Thores gewesen ist. Die einfache, mafsvolle Formenbehandlung, die Sphinxgestalten, die steif und befangen gebildeten Lorbeergewinde weisen schon bestimmt auf die letztere hin. Die Schönheit des Entwurfs, der aufser auf den Bildwerken ganz vornehmlich auf der reizvollen Durchbildung der Pfeiler beruht, kommt in den Aufnahmen viel mehr zur Geltung als es in Wirklichkeit der Fall war, wo sich schwer ein für die Betrachtung günstiger Standpunkt gewinnen liefs. Nur so ist es zu erklären, dafs so viele achtlos an einem Bauwerke vorübergingen, welches unter den Brückenbauten Berlins, die Kurfürstenbrücke etwa allein ausgenommen, keinen Vergleich zu scheuen brauchte, sowie es andererseits das Bedauern rechtfertigt, dafs, nachdem es nach 100 Jahren des Bestehens dem unabweislichen Verkehrsbedürfnisse hat weichen müssen, sich keine Gelegenheit für seine Wiederaufrichtung an anderer Stelle hat finden lassen. Dem Vernehmen nach besteht die Absicht, wenigstens sämtliche Bildwerke, einschl. der Reliefs, auf einer im Zuge der Friedrich Wilhelm-Strafse neu zu erbauenden Brücke über den Landwehr-Canal demnächst wieder zur Aufstellung zu bringen.

R. Borrmann.

Das Königliche Regierungsgebäude in Breslau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 2 bis 6 im Atlas.)

Für die Königliche Regierung in Breslau ist in den Jahren 1883 bis 1886 ein neues Dienstgebäude errichtet worden. Das Bedürfnifs zu diesem Neubau machte sich dadurch geltend, dafs das bisherige Regierungsgebäude für den gemeinschaftlichen Gebrauch des Ober-Präsidiums und der Regierung räumlich nicht mehr genügte. Das alte Haus war an Stelle des bei der Belagerung von Breslau im Jahre 1760 abgebrannten gräflich Hatzfeldschen Palastes von Carl Gotthard Langhans, dem nachmaligen Director des Ober-Hofbauamtes in Berlin, neu erbaut worden und diente dann vom Jahre 1802 ab als Sitz der beiden genannten Behörden. So zweckmäfsig und geräumig es als gräfliches Wohnhaus eingerichtet gewesen war, so wenig geeignet erwies es sich jedoch im Laufe der Zeit für den dienstlichen Zweck, besonders da für diesen das Hauptgeschofs mit den geräumigen und hohen Prunkgemächern als Dienstwohnung des Ober-Präsidenten unbenutzbar blieb. Obwohl die erforderlichen Diensträume auf das äufserste beschränkt wurden, sodafs selbst die Decernenten auf gemeinschaftliches Arbeiten in den Sitzungssälen angewiesen waren, mangelte es dennoch derartig an Raum, dafs die Finanz-Abtheilung der Regierung sowie das Katasteramt in benachbarten Gebäuden und die Registraturen zum gröfsten Theil in überaus engen, niedrigen und ungenügend beleuchteten Räumen hatten untergebracht werden müssen. Wurde hierdurch der Geschäftsgang schon empfindlich gestört, so war für die Beamten selbst der Aufenthalt in den Diensträumen geradezu gesundheitsschädlich. Nach mehrfachen Vorarbeiten und Verhandlungen über die Wahl des Bauplatzes erfolgte endlich die Genehmigung der Ausführung des von dem Geheimen Ober-Baurath Endell aufgestellten Neubau-Entwurfes durch den Landtag, und am 10. Mai 1883 konnte auf dem Lessingplatze der erste Spatenstich gethan werden.

Bezüglich seiner Grundrifsanordnung und Raumvertheilung ist der Bauplan im wesentlichen so zur Ausführung gelangt, wie die bereits im Jahrgange 1884 Seite 539 des Centralblattes der Bauverwaltung veröffentlichte Beschreibung des damals im Entstehen begriffenen Gebäudes angiebt. Es kann deshalb hier unter Beifügung der auf Blatt 2 bis 6 im Atlas enthaltenen Abbildungen auf das dort Gesagte hingewiesen werden. Ebenso ist das an jener Stelle über die äufsere Architektur und die Ausgestaltung der Innenräume Angeführte für die Ausführung zutreffend, und es erübrigt somit nur, einige Aenderungen und Einzelheiten der Construction und Innenausstattung hervorzuheben.

Eine der eingetretenen Aenderungen besteht darin, dafs die Durchfahrten an der Nordseite weggefallen und solche an der Ost- und Westseite angenommen worden sind. Ferner war es möglich, die im mittleren Lichthofe vorgesehenen Plätze für die Buchhaltereien in die angrenzenden Räume zu verlegen und auf diese Weise den Lichthof, welcher noch um eine Achse nach Norden zu vergröfsert und dessen untere Glasdecke in die Höhe der Decke des zweiten Stockwerks verlegt wurde, ausschliefslich für den Verkehr des Kassenpublicums verfügbar zu machen. Es wurde auf diese Weise eine im ersten und zweiten Stockwerk von offenen Bogenstellungen umgebene, dreigeschossige Halle geschaffen, welche nicht nur den Verkehr erleichtert und die anstofsenden Treppen und Flure beleuchtet, sondern auch in ästhetischer Hinsicht ein wohlthuendes Gegengewicht bildet gegenüber der ermüdenden Gleichförmigkeit, welche die vielen Einzelräume eines solchen Dienstgebäudes mit sich zu bringen pflegen. Im übrigen zeigt ein Blick auf die beigefügten Grundrisse der Hauptgeschosse (Blatt 4 und 5), dafs die Vertheilung der Geschäftsräume deren Zwecken angepafst ist, indem die auf den Verkehr mit dem Publicum angewiesenen Behörden ihren Platz im Erdgeschofs erhalten haben, während die übrigen in den oberen Geschossen untergebracht sind. Zwischen den offenen Höfen und den nach den Aufsenfronten gelegenen Dienstzimmern ziehen sich durchgängig gutbeleuchtete

1) Kunstwerke und Kunstansichten von Joh. Gottfried Schadow. Berlin 1849, Seite 23.

Seitenflure hin, und vier feuersichere Wendeltreppen vermitteln den Verkehr zwischen den Geschossen.

Nachdem im ersten Baujahre die Gründungsarbeiten und ein Theil des Kellermauerwerks bis zur Strafsenhöhe fertiggestellt worden waren, wurde im Jahre 1884 das Gebäude im Rohbau vollendet, unter Dach gebracht und vorläufig mit Dachpappe abgedeckt. Im Jahre 1885 folgten dann die Ausführung der reicheren Sandsteinarbeiten, Giebel und Erker, die endgültige Eindeckung der Dächer, Thürme und Dachfenster und im Innern die gröberen Ausbauarbeiten sowie die Herstellung der Heizungsanlagen, wonach im Herbst 1886 der Bau gänzlich vollendet und in Benutzung genommen werden konnte.

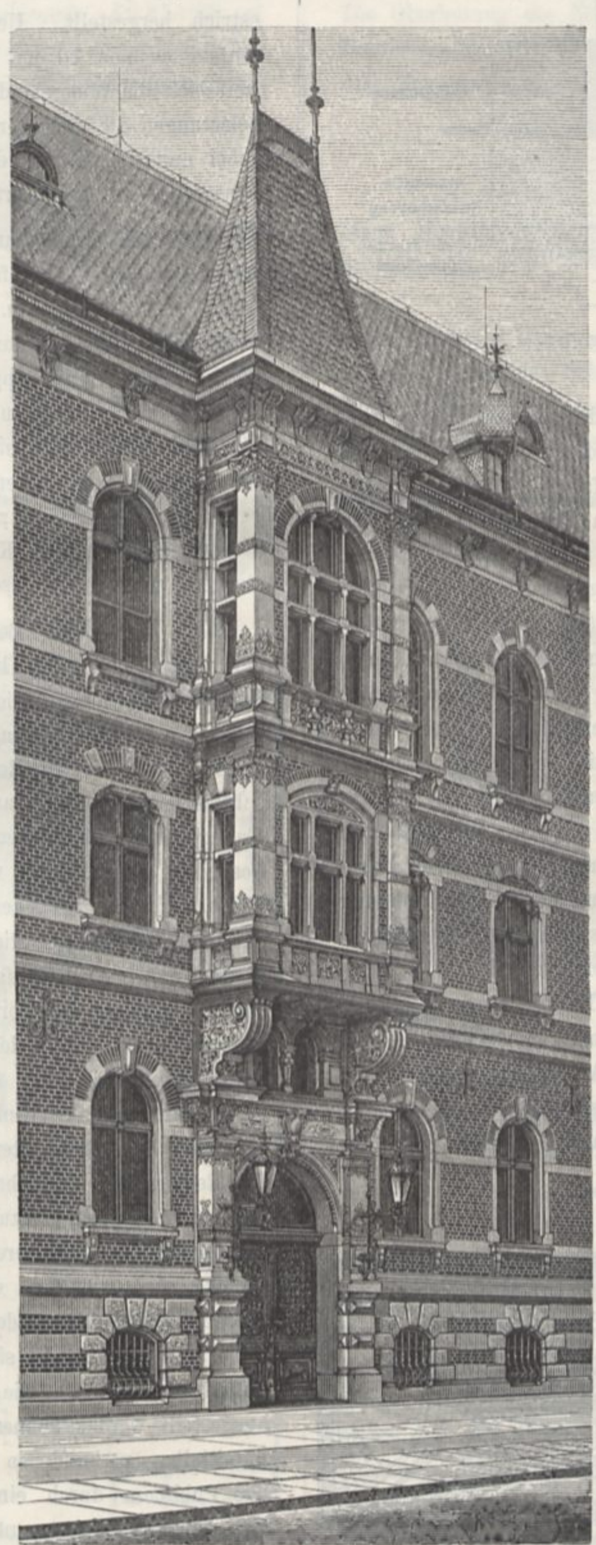


Abb. 1. Mittelbau der Vorderfront.

Da der Baugrund bis zur durchschnittlichen Tiefe von 4 m aus aufgefülltem Boden bestand, auf den eine starke Letteschicht folgte, so wurde die Baugrube in ihrer ganzen Ausdehnung bis zur Letteschicht ausgeschachtet und mit einer 2 m hohen Sandschüttung ausgefüllt (s. Abb. 3, Sp. 11). Zur Verhütung von seitlichen Ausweichungen der letzteren infolge Hochwasser-Druckes der wenig entfernten Oder und von Rohrbrüchen an den nahegelegenen Strafsencanälen wurde die Baugrube mit einer den Böschungen sich anschliefsenden 30 cm starken Betonmauer umgeben und hiernach der aus der Oder durch Baggerung gewonnene Sand

in Schichten von je 30 cm Stärke in die Baugrube eingebracht, jede Schicht durch Einpumpen von Wasser gleichmäfsig gut eingenäfst und fest eingestampft, sodafs ein Untersuchungs-Eisen mit äufserster Anstrengung nur 25 bis 30 cm tief eingestofsen werden konnte. Auf der so hergestellten Sandschicht wurde die aus lagerhaften, 20 cm starken, 1,5 bis 3 m langen und 1 m breiten Granitplatten bestehende Grundsohle verlegt. Dies erfolgte in der Weise, dafs jede Platte auf einer Rampe mittels Rollhölzer in die Baugrube geschafft, dort in einem Bockgestell mit Flaschenzug gehoben und über der Verlegungsstelle hinabgelassen wurde. Nachdem die Platte mit Holzrammen auf ihrem Lager gehörig festgestampft und die Tragkette gelockert aber nicht entfernt worden, wurde sie nochmals gehoben und jede Stelle des Sandlagers, welche keinen festen Abdruck der Platten-Lagerfläche zeigte, also hohl geblieben war, sorgfältig mit Sand verfüllt. Demnächst wurde die Platte endgiltig niedergelegt, die Kette vorgezogen, die hierbei entstandene Kettenbahn mit Sand fest verstopft und die Platte nochmals abgerammt. Die Breite der Grundsohle ist so bemessen, dafs 1 qcm mit 2,5 kg belastet wird. Die auf die Granitplatten gesetzten Grundmauern wurden in zwei Absätzen von 75 bezw. 60 cm Höhe aus Granitbruchsteinen aufgeführt und mit Ausnahme der zwei offenen Höfe mit Odersand durchweg hinterfüllt, damit dem Eindringen gesundheitsschädlicher Hinterfüllungsstoffe thunlichst vorgebeugt werde.

Die Heizung wird vornehmlich durch warmes Wasser bewirkt. Seine Erwärmung geschieht in fünf Kesseln, die im Mittelpunkte des Gebäudes unter der Wartehalle aufgestellt sind. Zwei starke Steigerohre führen das auf 80 Grad C erwärmte Wasser den im Dachgeschofs befindlichen Vertheilungsrohren, und diese durch senkrechte Fallrohre, die in Mauerschlitzen liegen, den Heizkörpern zu. Die Mauerschlitze sind durch aufgeschraubte Eisenbleche geschlossen. Als Heizkörper sind für die Dienstzimmer regulirte Cylinderöfen mit eingelegten Luftröhren, für die Flure senkrechte Rohrregister mit ringförmigem Rohrquerschnitt und glatten Wandungen gewählt. Alle Heizkörper sind mit Füfsen versehen, die ein leichtes Beseitigen des unter den Heizkörpern sich ansammelnden Staubes gestatten. Besondere Lüftungsvorrichtungen sind nur für die Sitzungsäle und die für den Verkehr des gröfseren Publicums bestimmten Räume vorgesehen und bestehen in einer unmittelbaren Zuführung der Luft vom Flur nach dem Sockel des Heizkörpers, welcher gitterförmige Wandungen hat und mit einer Stellklappe versehen ist. Zur Abführung der verbrauchten Luft dienen in den Wänden angelegte, nach dem Dachraume bezw. über Dach geführte Luftschachte. Die Rücklaufrohre der Warmwasserheizung sind nach den Himmelsrichtungen getrennt und im Kellergeschofs in Sammelrohren vereinigt.


Abb. 2. Erker der Seitenfronten.

Aufser der Warmwasserheizung sind noch zwei kleine Luftheizungen zur Erwärmung der Wartehalle und des Plenarsitzungssaales vorhanden. Erstere befindet sich ebenfalls im grofsen Kesselraume, entnimmt die frische Luft aus der daneben befindlichen, gegen Windströmungen geschützten Durchfahrt und führt die erwärmte Luft unmittelbar durch eine Deckenöffnung in die Wartehalle, woselbst ein länglicher Doppelsitzplatz für das Publicum den Heizschacht umgiebt. Die Heizung für den Plenarsaal liegt in dem unter dem Wartezimmer des Erdgeschosses gelegenen Kellerraume und entnimmt die frische Luft von beiden Seiten des Mittelvorsprunges der Vorderfront mittels zweier vergitterten, mit Stabklappen und Drahtnetzen versehenen Fensteröffnungen. Die Dienstwohnungen sind mit Kachelöfen versehen, der Flur der Präsidialwohnung hat Anschlufs an die Warmwasserheizung, und das zu dieser Wohnung gehörige Treppenhaus ist mit einer Luftheizung kleinsten Umfanges versehen, die von der Wohnung des Pförtners aus bedient wird.

Der Dachverband ist aus Holz hergestellt. Ueber den Eckbauten der Vorderfront wurde gemischte Construction angewandt, und nur das Dach über der Wartehalle und dem Haupttreppenhause ist als Satteldach vollständig aus Eisen gebildet und mit Rohglastafeln abgedeckt. Die angrenzenden seitlichen Theile des Querflügels haben Holzcementbedachung erhalten, die

übrigen Dächer sind mit westfälischem Schiefer oder Kupfer eingedeckt.

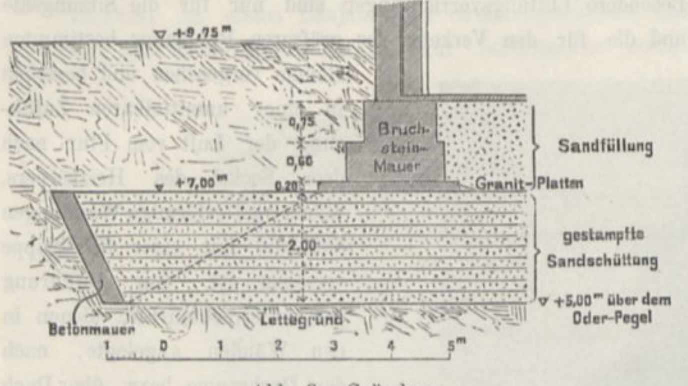


Abb. 3. Gründung.

Sämtliche Decken des Gebäudes sind unter Anwendung verschiedener Gewölbeformen in Stein ausgeführt. Die Kellerräume erhielten in üblicher Weise flache preufsische Kappen zwischen korbbogenförmigen Gurten, die Flure im Erdgeschofs böhmische Kappen zwischen rundbogigen, meist auf Consolen ruhenden Gurten, endlich die Geschäftsräume weitgespannte Tonnengewölbe mit Stichkappen und 7 cm aus den Gewölbeflächen hervortretenden Gurtbögen. Im ersten und zweiten Stock sind die Gänge mit Kreuzgewölben, die streckenweise durch Tonnengewölbe unterbrochen sind, versehen. Die Diensträume dieser Stockwerke sind durchweg mit flachen preufsischen Kappen zwischen eisernen Trägern überwölbt. Eine Ausnahme hiervon machen der Sitzungsaal der Präsidialabtheilung im zweiten Stock und der Plenarsitzungssaal daselbst mit seinen Vorzimmern, deren Decken ebenso wie die der besseren Räume der Präsidialwohnung aus Gipsgufs hergestellt sind. Als Muster dienten hierbei die im Berliner Kunstgewerbemuseum ausgeführten Decken. Während sich jedoch dort die Theilung der Decken streng der Lage der Träger anpafst, sind hier mit derartigen strengen Felderdecken abwechselnd freiere Motive zur Anwendung gebracht bei denen die Träger nur als Aufhängegerüst für die aus leichten T-Eisen hergestellte, von der Gufsmasse umhüllte Hilfsconstruction dienten (vergl. Abb. 4).

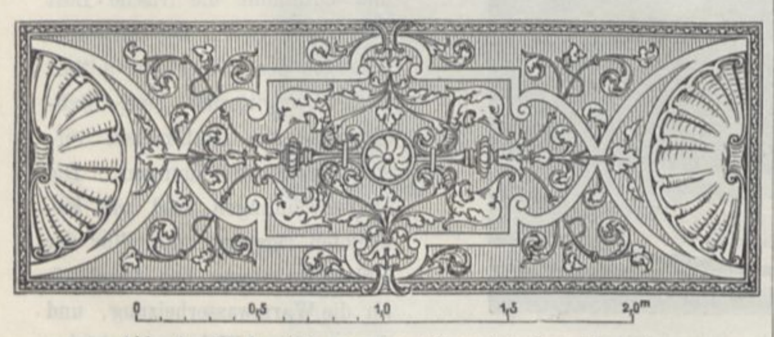


Abb. 4. Deckenfeld aus den Gipsgufsdecken über der Präsidialwohnung.

Die Fufsböden aller Diensträume und Wohnungen sind mit Ausnahme derjenigen in den Sitzungssälen und ihren Vorzimmern, welche eichenen Stab- oder Riemchenboden, sowie der besseren Wohnräume der Präsidialwohnung, welche Parkettboden erhielten, mit Dielungen von kiefernen Brettern versehen. In der Eintrittshalle, der Wartehalle, auf den Treppenabsätzen und Fluren befinden sich Terrazzoböden, die in den gewöhnlichen Fluren mit einem einfarbigen Streifen eingefafst, in den bevorzugteren Räumen durch reichere Musterungen ausgezeichnet sind. Der Fufsboden des Dachgeschosses ist über den Räumen, die durch Ziegelgewölbe schon genügend geschützt sind, durch Gipsestrich hergestellt. Ueber den Räumen mit Gipsgufsdecken mufste er aus 10 cm starken Betonplatten gefertigt werden, weil sich die Widerstandsfähigkeit dieser Decken bei den Probebelastungen als unsicher ergeben hatte. Die Betonplatten sind dabei unmittelbar auf die eisernen Deckenträger und von den Gipsgufsdecken gesondert verlegt worden.

Bei der Ausführung der Vergitterungen und Treppengeländer ist auch den einfachsten Stücken eine künstlerisch durchgebildete Form gegeben. Die Wendeltreppengeländer sind aus Rundeisen in der Art durchgesteckten Flechtwerks gearbeitet. Die Geländer der Haupttreppe und der Präsidialtreppe haben, wie die Heizgitter, reicheren Schmuck von ausgeschmiedetem Blatt- und Rankenwerk mit eingelegten Kupfertheilen erhalten. Bei den Aufsenthüren kamen rautenförmige Muster aus zusammengenietetem Flacheisen zur Ausführung, bei den eigentlichen Sicherheitsgittern der Kassenfenster korbartige Bildungen aus starkem vierkantigen Eisen.

Die dienstliche Benutzung der Geschäftsräume erforderte der Hauptsache nach keine von dem Ueblichen abweichende innere Einrichtung. Diese beschränkte sich in den Sitzungssälen auf die Beschaffung je eines genügend grofsen Sitzungstisches nebst der erforderlichen Anzahl Stühle, und in den Geschäftszimmern der Beamten auf die nöthige Ausstattung mit Fachgerüsten für Acten, Schreibtischen, Stühlen usw. Eine besondere Einrichtung war nur dem Sitzungszimmer des Bezirksausschusses zu geben, insofern es in zwei Räume, einen für die Ausschufsmitglieder und einen für die Parteien, zu theilen war. Auch mufste, da bei den stattfindenden Verhandlungen mitunter die Vorlage gröfserer Karten u. dgl. zur Einsichtnahme der hinter der Theilungschranke befindlichen Parteien nothwendig wird, der Sitzungstisch mit einer seiner kurzen Seiten hart an die Schranke herangerückt werden. Eine Neuerung kam bei den Buchhaltereien in Anwendung. Während bisher bei Regierungs- und ähnlichen Gebäuden das Publicum sich in den Arbeitsräumen aufzuhalten pflegte, ist hier die beim Postverkehr übliche Schaltereinrichtung getroffen worden. Zu dem Zwecke sind zwischen der Wartehalle und den anstofsenden Buchhaltereien Glaswände mit Schaltern errichtet, und inmitten der Wartehalle befindet sich ein Doppelsitzplatz mit zwei Schreibpulten, an welchen die Quittungen von den Geldempfängern ausgestellt werden können. Ebenso ist in dem mit dem Tresor unmittelbar verbundenen Zahlzimmer ein besonderer Raum für das Publicum durch eine mit Zahlschaltern versehene, 2,5 m hohe Glaswand abgetrennt. Die Sicherung des Tresors ist durch eine Kassenschrankthüre, durch eiserne Läden und Gitter, sowie im Kellergeschofs durch eine Eisenpanzerung der Wände hergestellt und alle zu öffnenden Bestandtheile der Sicherungen sind durch elektrische Alarmvorrichtungen mit der Wohnung des Botenmeisters und des Castellans verbunden.

Die Möbel und Geräthe mufsten in gröfserem Umfange neu beschafft werden. Sie sind dem Stile des Gebäudes angepafst und zumeist aus Kiefern- und Birkenholz, nur in den Sitzungssälen aus Eichenholz gefertigt. Die Beleuchtungskörper für die Flure und Treppen, sowie die am Aeufseren des Ge-

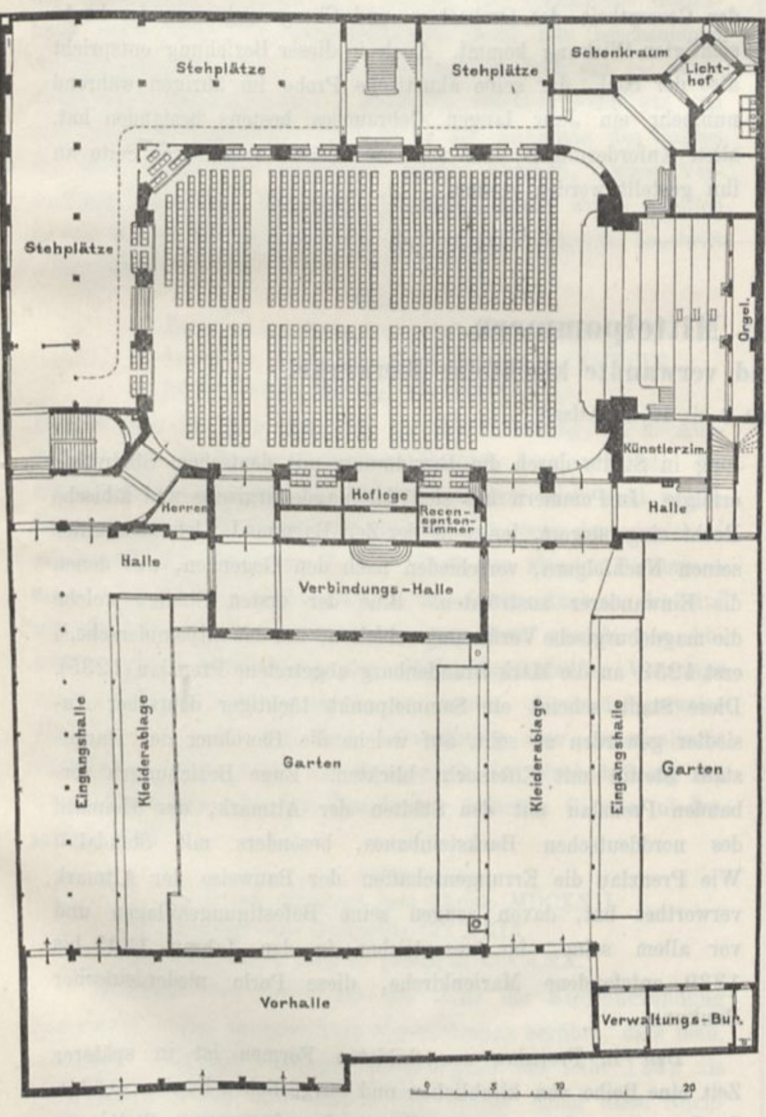
bäudes angebrachten Laternen sind von Schmiedeeisen, die Kronleuchter in den Sitzungssälen und im Arbeitszimmer des Präsidenten von Bronce.

Die Kosten des ganzen Baues betrugen 1 865 019,09 ℳ, von denen 400 000 ℳ auf den Grunderwerb, 62 651,09 ℳ auf die künstliche Gründung und 96 416,59 ℳ auf die Nebenanlagen, Möbel und Geräthe entfallen. Die Neubaukosten des Geschäftsgebäudes für sich betrugen mithin 1 305 951,41 ℳ, und es stellen sich dabei die Baukosten für 1 qm bebauter Grundfläche auf 347,03 ℳ, für 1 cbm umbauten Raumes, von Kellersohle bis Oberkante Hauptgesims gerechnet, auf 18,59 ℳ. Die Oberleitung des Neubaues lag in den Händen des Localbeamten, Baurath Knorr, die Bauleitung im besonderen war dem Regierungs-Baumeister von Behr übertragen.

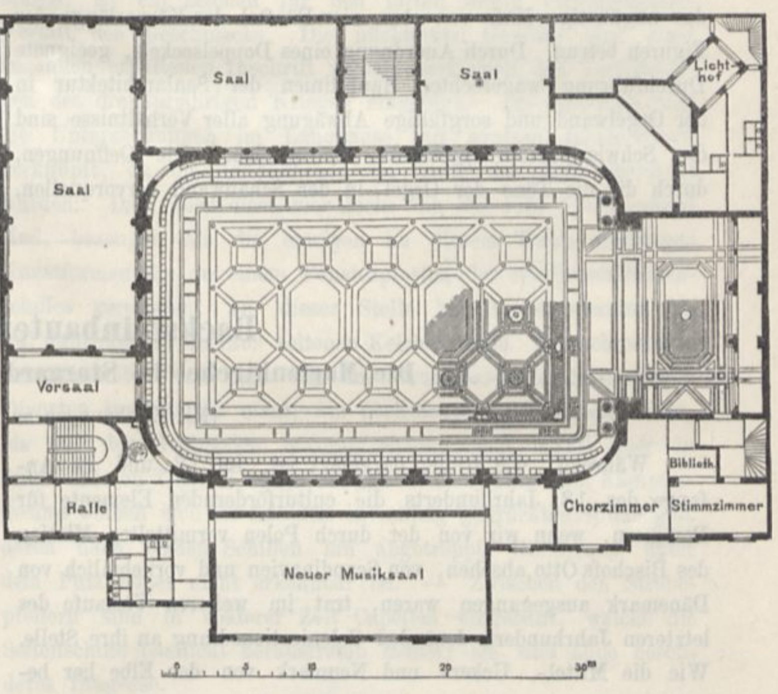
Der Concertsaal der Philharmonie in der Bernburger Strafse in Berlin.

(Mit Zeichnung auf Blatt 7 im Atlas.)

Als eine Lücke auf dem Gebiete der Kunstpflege des in den letzten Jahrzehnten so mächtig entwickelten Berliner Gemeinwesens wird es empfunden, dafs der Reichshauptstadt ein grofses öffentliches Concerthaus fehlt und sie in dieser Beziehung hinter mancher kleineren deutschen Stadt zurücksteht. Die Anstalten, welche den Schauplatz der Bethätigung des regen Berliner Musiklebens bilden, sind privater Art, sie bieten keine Gewähr dafür, dafs sie ihrer Bestimmung dauernd erhalten



Grundrifs vom Erdgeschofs.



Grundrifs in Logenhöhe.

bleiben, und es spiegelt sich dieses ihr Wesen in ihrer Erscheinung und ihrem baulichen Werthe wieder. Wenn das im allgemeinen auch von der gröfsten und neuesten von ihnen, von der „Philharmonie" in der Bernburger Strafse gilt, so besitzt dieses Concerthaus, welches aus dem Umbau einer früher dem Sport des Rollschuhlaufens dienenden Anlage hervorgegangen ist, in seinem Hauptraume, dem grofsen Musiksaale, doch ein Architekturstück von so bleibendem Werthe, dafs es neben der Würdigung, die es in fachlichen Wochenschriften, u. a. auch im Centralblatte der Bauverwaltung (Jahrgang 1888, S. 444) bereits erfahren hat, auch in diesen Blättern festgehalten zu werden verdient. Ein Querschnitt durch den Musiksaal mit dem Blick auf seinen bedeutungsvollsten und schönsten Theil, die Orchester- und Orgelnische, ist auf dem Stichblatte Nr. 7 gegeben. Die vorstehenden Holzschnitte zeigen die Stellung des Saales in der Gesamtanlage. Auf letztere, die zwar mit den gegebenen Verhältnissen in sehr geschickter Weise rechnet, der aber ein tieferes architektonisches Interesse nicht abzugewinnen ist, hier einzugehen, unterlassen wir und verweisen in dieser Beziehung auf den angeführten Aufsatz im Centralblatte der Bauverwaltung.

An der Architektur des Saales, wie sie sich in unserem Stichblatte darstellt, fesselt insbesondere die Lösung der schwierigen Aufgabe, die sich der Architekt des Hauses, Baurath F. Schwechten, gestellt hat: die Schauseite der im Grunde der Nische aufgebauten Orgel nicht als selbständiges Ausstat-

tungsstück des Saales zu behandeln, sondern sie in seine Architektur unmittelbar hineinzuziehen. Ueber die bedeutendere Wirkung, die der Künstler mit dieser eigenartigen Anordnung zu erzielen hoffte, hat er sich nicht getäuscht. Der monumentale Eindruck, den der Raum in seinem festlich heiteren Gewande macht, beruht zum grofsen Theil auf dieser Behandlung der Orchesternische. Das Gebälk des Saales ist in ihr in gleicher Ausbildung, nur mit reicherer, das freie Endigen noch mehr zum Ausdrucke bringender Sima, ringsherumgeführt und bildet als Hauptgesims den oberen Abschlufs der dreitheiligen Orgelschauseite. Die Mitte der letzteren verlangte Stützen, die in ihrer ästhetischen Leistung derjenigen der Pfeiler und Säulen des Saal-Obergeschosses gleich, dabei aber an der bevorzugteren Stelle von gesteigerter Bedeutung sind. Der Architekt wählte deshalb Karyatiden, durch welche die geistliche und weltliche Musik, denen der Saal zur Pflegstätte dienen sollte, versinnbildlicht werden. Die Einzeichnung ergab, dafs die gebälktragenden Frauengestalten auf Sockel zu stellen waren, deren Höhe das ungünstige Mafs von etwa vier Fünftel der Körperlänge der Figuren betrug. Durch Anordnung eines Doppelsockels, geeignete Durchführung wagerechter Hauptlinien der Saalarchitektur in der Orgelwand und sorgfältige Abwägung aller Verhältnisse sind die Schwierigkeiten geschickt überwunden. Die Oeffnungen, durch die die Töne der Orgel in der Schauwand hervorquellen, sind mit sehr schön gezeichnetem vergoldeten Korbflechtwerk gefüllt, hinter welches dünner Stoff von purpurfarbener Wirkung, in Wirklichkeit aber hellrother Farbe gelegt ist. Hierdurch, durch reichere Vergoldung überhaupt, sowie durch den in Gold auf blauem Grunde gemalten durchgehenden Sockel ist die Steigerung der Decoration des Innenraumes nach der Orgelnische hin auch in der Farbe bewirkt. Ist die kahle Orchestertreppe dann noch durch die Schaar der mitwirkenden Künstler, insbesondere mit einem festlich gekleideten Frauenchore besetzt, so bildet der Blick gegen die Hauptwand des Saales ein Bild vornehm festlichen Gepräges, welches die Zuhörer auf die edlen musicalischen Genüsse, die in dem Hause geboten werden, in würdigster Weise vorbereitet. — Anzufügen ist noch, dafs bei der Durchbildung der Orgelnische in praktischer Beziehung besondere Sorgfalt auf die Gestaltung der Orchestertreppe verwandt worden ist. Die verschiedenen Abmessungen, in denen die einzelnen Stufen aufsteigen, sind durch eingehende Versuche derart festgestellt, dafs jedes Instrument und jede Stimme in der Gesamtheit des Orchesters und Chorgesanges zu der beabsichtigten Wirkung kommt. Auch in dieser Beziehung entspricht also der Saal, der seine akustische Probe im übrigen während nunmehr ein Jahr langen Gebrauches bestens bestanden hat, allen Anforderungen, die von musicalisch-technischer Seite an ihn gestellt werden können.

Backsteinbauten in Mittelpommern.

X. Die Marienkirche in Stargard und verwandte kirchliche Bauwerke.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 8 bis 10 im Atlas.)

Während, wie früher dargelegt ist, im 12. und im Anfange des 13. Jahrhunderts die culturfördernden Elemente für Pommern, wenn wir von der durch Polen vermittelten Mission des Bischofs Otto absehen, von Scandinavien und vornehmlich von Dänemark ausgegangen waren, trat im weiteren Verlaufe des letzteren Jahrhunderts deutscher Colonisationsdrang an ihre Stelle. Wie die Mittel-, Ucker- und Neumark von der Elbe her besiedelt wurden, so waren es auch für Pommern die Bewohner der um Magdeburg belegenen Striche und in späterer Zeit die der Gaue Niedersachsens, der Rheinlande und Westfalens, welche neues Leben in die schwachbevölkerten, überdies durch blutige Kriege verödeten, aber fruchtbaren Wendenländer an der Ostsee hineintrugen.

Wesentliche Förderung erhielten diese Bestrebungen durch Herzog Barnim I. von Pommern, welcher, obwohl selbst von slavischem Geblüt und trotz des durch die Einwanderer auf die Ureinwohner ausgeübten Druckes, die Ansiedlung der fleifsigen und seinen Säckel mit ungewohnten Einnahmen füllenden deutschen Bauern und Handwerker zur Hauptaufgabe seiner langen Regierung (1222 bis 1278) gemacht hat. Wie über Nacht entstanden eine Reihe neuer Ansiedlungen, ohne dafs man anzugeben imstande ist, wann und wie ihnen die Grundlage zur Entwicklung und Ausbildung des städtischen Gemeinwesens geworden ist; denn nur allmählich vollzog sich die Umwandlung, und kaum hatten die Mitlebenden eine Ahnung von dem Segen ihrer Arbeit für die kommenden Geschlechter. Aber schon Barnim sah das Aufblühen der jungen Pflanzstätten, das sich mit dem Zeitpunkte besonders geltend machte, wo die Umwandlung in Städte durch die Bewidmung mit deutschem Stadrechte erfolgte. In Pommern hat sich das magdeburgische und lübische Recht eingebürgert, jenes in der Zeit Barnims I., letzteres unter seinen Nachfolgern, verschieden nach den Gegenden, aus denen die Einwanderer zuströmten. Eine der ersten Städte, welche die magdeburgische Verfassung erhielten, war das altpommersche,[1]) erst 1253 an die Mark Brandenburg abgetretene Prenzlau (1235). Diese Stadt scheint ein Sammelpunkt tüchtiger deutscher Ansiedler geworden zu sein, auf welche die Bewohner der Hauptstadt Stettin mit Eifersucht blickten. Enge Beziehungen verbanden Prenzlau mit den Städten der Altmark, der Heimath des norddeutschen Backsteinbaues, besonders mit Stendal.[2]) Wie Prenzlau die Errungenschaften der Bauweise der Altmark verwerthet hat, davon zeugen seine Befestigungsanlagen und vor allem seine, im wesentlichen in den Jahren 1325 bis 1339 entstandene Marienkirche, diese Perle niederdeutscher Baukunst.

Den in Prenzlau ausgebildeten Formen ist in späterer Zeit eine Reihe von kirchlichen und bürgerlichen Bauten gefolgt. In Pommern nehmen unter diesen eine bevorzugte Stelle ein die im Jahrgang 1883 auf Tafel 60 vorgeführte Seitenschiffsansicht des Domes in Cammin und der Chor von St. Marien in Stargard, dessen System hier auf Blatt 8 dargestellt ist. Es zeugen diese Bauten von der gewichtigen Stellung beider Städte,

1) Vergl. hierüber: Schillmanns Einleitung zu Bergaus Inventar der Mark. Berlin 1886.

2) Barthold, Geschichte von Rügen und Pommern. Hamburg 1839 bis 1845. II. 420.

Cammins als des Sitzes des pommerschen, unmittelbar unter päpstlicher Oberhoheit stehenden Bischofs, Stargards als einer lebhaft aufblühenden Handelsstadt.

Die Marienkirche in Stargard i/P.

(Hierzu Zeichnungen auf Blatt 8 bis 10 im Atlas.)

Baugeschichte des Langhauses. Ueber die Marienkirche in Stargard fehlen ausgiebige Mittheilungen, da die meisten Urkunden bei dem grofsen Brande der Stadt 1635 verloren gegangen sind. Urkundlich erwähnt wird sie bereits im Jahre 1248, wo sich der Bischof von Cammin das Patronatsrecht vorbehält. Da im Jahre 1253 die Stadt zu magdeburgischem Rechte ausgesetzt wurde und der Bau eines ausreichenden Gotteshauses bei dem innigen Verhältnifs der die moderne Cultur vertretenden Kirche zum politischen Leben jener Zeit mindestens bald nach diesem Vorgange angebahnt zu werden pflegte, dürfen wir um diese Zeit auch hier den Anfang der Bauthätigkeit voraussetzen, obwohl das vorhandene Gotteshaus keine Spur der ursprünglichen, wohl nur bescheidenen Anlage erkennen läfst. Aber wir besitzen doch ein — allerdings nur chronicalisches — Zeugnifs, welches, wenn wir von dem in ihm enthaltenen Irrthum in der Annahme des Jahres der Bewidmung mit deutschem Rechte absehen, unsere Vermuthung ohngefähr bestätigt. Im Jahre 1642 wurde nämlich in den Knopf der neugedeckten Mariencapelle folgende Inschrift niedergelegt:

Anno
A salutifera nativitate Jesu Christi MDCXLII
A fundatione hujus urbis Neo Stargardiae CCCXCIX
A primis Templi Mariani Principiis CCCC,

wonach also der Bau ein Jahr vor der Gründung, d. h. Aussetzung der Stadt zu deutschem Rechte, begonnen ist. Im Jahre 1292 vertauschte die Stadt, nachdem sich wohl regere Beziehungen zu Niedersachsen angebahnt hatten, das magdeburgische mit dem lübischen Recht. Nach den ältesten Bauformen an der Kirche sind wir geneigt, die Inangriffnahme des auf uns gekommenen Neubaues mit diesem, einen wesentlichen Abschnitt in der Entwicklung der Stadt begründenden Vorgange in ursächlichen Zusammenhang zu setzen. Merkwürdigerweise besitzen wir auch für diese Vermuthung eine chronicalische Nachricht, welche 1622 bei Gelegenheit der Neubedachung des Chores (mit Blei) in den Knopf des östlichen Giebels niedergelegt wurde:

Anno
A nato mundi salvatore Jesu Christo MDCXXII
Ab urbe hac Neo Stargardia CCCXXIX
A primis templi Mariani principiis CCCXXX.

Hiernach wird 1292 als das Jahr der Kirchengründung bezeichnet, wobei es allerdings eigenthümlich berührt, dafs man, wie oben dargelegt, zwanzig Jahre später das Jahr 1242 als das der Gründung betrachtet. Wir dürfen daher diese Nachrichten nicht als urkundlich beglaubigte ansehen.

Die Kirche zeichnet sich sowohl durch ihre bedeutenden Abmessungen, wie durch die reiche Ausbildung des Chores und die Anlage einer zweithürmigen Westseite aus. Sie ist gegenwärtig eine dreischiffige, gothische Basilika mit Chorumgang und nach innen gezogenen Strebepfeilern. Von den gewaltigen Thürmen ist der südliche unvollendet geblieben, der nördliche, zur Hälfte in Holz, in später Zeit zum Abschlusse gelangt.

An der Südseite befindet sich (s. den Grundrifs auf Blatt 10) eine zweigeschossige Sacristei, an der Nordseite eine gröfsere mehrseitige Capelle, welche als Mariencapelle bezeichnet wird.[1] Die Hauptabmessungen betragen im lichten: Breite des Mittelschiffes 10 m, Höhe 30,58 m,[2] Länge 77,2 m, ganze Breite des Chors 31,5 m, der Westfront 37,15 m, Thurmhöhe rund 80 m.

Der in der frühesten Bauzeit entstandene Theil umfafst die vier westlichen Joche des Langhauses, für welche bereits Kugler die ursprüngliche Hallenform nachgewiesen hat, wie sie auch der Augenschein ohne weiteres bezeugt. Deutlich erkennbar ist sie an den Schildbögen der Mittelschiffsgewölbe sowie an den Trennungspfeilern gegen den späteren Erweiterungsbau, die jetzt ihrer einstigen Bestimmung als Gewölbestützen entzogen sind, da das Langhaus nach Vollendung des Chores zur Basilika umgewandelt ist. Die Ausführung dieser Erhöhung des Mittelschiffes ist keine glückliche geworden; die häfsliche Form der Oberfenster, in deren Spitzbögen die Pfosten hineinlaufen, ist ein Zeichen für den fortan stetig vorschreitenden Verfall des Geschmacks. Die nüchternen Gewölbe sind einer an ihnen erhaltenen Inschrift zufolge erst nach den Verwüstungen des dreifsigjährigen Krieges eingefügt. Im einzelnen sind die Untersuchungen im Langhause mit grofsen Hindernissen verknüpft, da die Innenflächen im Laufe der Zeit überputzt wurden. Dafs aber diese vier Joche um das Jahr 1300 gebaut sind, bezeugen als die einzigen an diesem Theile erhaltenen Kunstformen die an einem Fensterpfosten des nördlichen Seitenschiffes geretteten, an dieser Stelle bei Backsteinbauten im 14. Jahrhundert überaus seltenen Kelchcapitelle. Die achteckigen Arcadenpfeiler sind mit vier im Grundrisse kleeblattförmigen Diensten besetzt, die einst, wie noch heute in den Nebenschiffen, bis auf den Fufsboden herunterreichten, seit 1820 aber in ihren unteren Theilen fortgeschlagen sind. Ueber dem Kämpfergesims wölben sich die Arcaden in mäfsig gedrückten Spitzbögen, deren nach beiden Schiffen hin abgetreppte Gliederung unter dem Putz leider nicht erkennbar ist. — Zwischen den Strebepfeilern sind in späterer Zeit Capellen eingebaut, welche die Seitenschiffe basilical heraustreten lassen; sie sind ohne besonderes Interesse.

Nach Westen legt sich vor jedes Seitenschiff der Unterbau der beiden Thürme, deren Inneres sowie die zwischen ihnen liegende Halle nach dem Kirchenraume hin geöffnet ist. Dafs diese Theile bereits im Zusammenhang mit dem Langhause, oder doch wenig später in Angriff genommen sind, bezeugt wohl das fortlaufende Kaff- und Sockelgesims, welch' letzteres, unter dem neueren Cementüberzug nur stellenweise erkennbar geblieben ist. Indessen wurde an den Thürmen nur langsam gebaut, namentlich am südlichen. Die Leibungen des reichgeschmückten Portals der Südseite (Blatt 9) sind verputzt, sodafs sie nach dem Vorbilde ähnlicher Glieder des Chores vervollständigt werden mufsten. Eine Deutung des phantastischen Aufbaues über dem Wimperg am Nordportal (Blatt 9) ist schwer zu finden; vielleicht haben wir es mit einem älteren Wappen der Stadt zu

1) Schmidt, Geschichte der Kirchen und Stiftungen Stargards. Stargard 1878. Zwei Theile.

2) Nach einem im Stadt-Archiv von Cammin befindlichen Plane dieser Stadt von 1709 beträgt „ein Stargardischer Werkschuh" 31 cm; hiernach sind 30,58 m gleich 95,42 Werkschuh, während der Maurermeister Zilcher in der Mitte des 17. Jahrhunderts 103 Werkschuh herausmafs. Schmidt I, 97.

thun; gegenwärtig führt Stargard sein erst nach 1400 entstandenes Mühlenthor (s. Sp. 196, Jahrgang 1886 d. Zeitschrift) als Wahrzeichen. Das Kaffgesims umrahmt den Aufbau und rückt dann an den Thürmen in die niedrigere Höhenlage. Das Untergeschofs derselben zeigt an der Südseite aufser einem kleinen Tabernakel mit undeutlich gewordener Sandsteingruppe keinen weiteren Schmuck.

Das Obergeschofs steigt, wie die beigegebene Skizze des Nordthurmes (Abb. 1) erkennen läfst, an jeder freien Seite mit

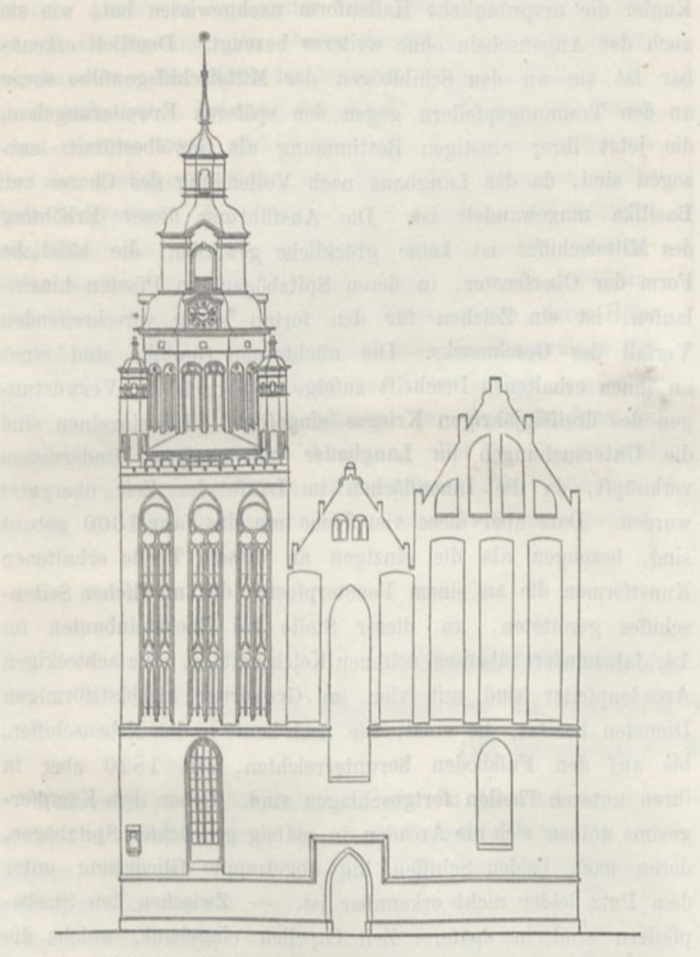


Abb. 1. Westseite der Marienkirche in Stargard.

drei viertheiligen, durch Wimperge und Rosetten belebte Blendnischen verziert ohne weitere Geschofstheilung in die Höhe und wird oben durch bereits halbkreisförmige Bogen und eine grofse, ungegliederte Rosette abgeschlossen. Diese Art der Flächenausbildung ist für pommersche Thürme (Stargard: St. Johannes, Stettin: St. Jacobi, Greifenberg, Freienwalde, Schivelbein) typisch geworden und 1411 durch den Stettiner Baumeister Nicolaus Kraft auch an dem Mühlenthorthurme zu Brandenburg an der Havel verwendet (Adler, Blatt XVI). Die vertieften Flächen sind geputzt, sodafs die Schlagschatten sich kräftig ausprägen. Oberhalb des Hauptgesimses der Kirche löst sich der quadratische Theil des Thurmes in einen Zinnenkranz auf, von welchem ein Pultdach gegen den oberen achteckigen, stark eingezogenen Theil anfällt. Vier achteckige Thürmchen flankiren ihn, ein Motiv, welches sich in Pommern unendlich oft wiederholt, so an St. Georg in Wollin, in Freienwalde, an St. Johannes in Stargard, St. Jacobi in Stettin, St. Nicolai in Greifswald, am abgebrochenen Dammthore in Barth u. a. m. Nur am Nordthurm ist der Entwurf zur Ausführung gekommen, während am Südthurm die Kraft des Mittelalters inzwischen erlahmt war. Eine Spitze hat dieser nie erhalten, während die Lubinsche Karte auf dem Nordthurme eine solche vorführt. Treten als Bogenformen am Nordthurme die für das Spätmittelalter[1]) bezeichnenden rundbogigen auf, so werden es an seinem Nachbar schon die späteren korbbogigen; auch die Giebel desselben und ebenso die Formen der zwischen beiden Thürmen sich aufbauenden Mittelhalle gehören dem 16. Jahrhundert an.

Ueber die Zeit der Vollendung des Nordthurmes der Marienkirche giebt eine auf uns gekommene Glockeninschrift einen Anhaltspunkt. Die Inschrift der inzwischen umgegossenen Hauptglocke lautete nämlich:[2]) gloria in excelsis Deo · gaude Dei genitrix, virgo immaculata · amen · O rex gloriae veni cum pace · anno domini MCCCCXCIX (1499) completum est hoc opus per magistrum Martinum Meyer, circa festum assumptionis Mariae. Auch wenn sich das „hoc opus", wie gewöhnlich, nicht auf den Thurm selbst sondern auf die Glocke bezieht, giebt die Jahreszahl doch eine ziemlich genaue Zeitbestimmung für seine Vollendung an die Hand, weil der Glockengufs die letzte Bauarbeit bildet. Der gegenwärtige barocke kupferbedachte Thurmhelm stammt aus den Jahren 1819/20.

Chorbau. Die hohe Blüthe, zu welcher Stargard als Mitglied der Hansa gelangte, unter deren Vororte es seit der Mitte des 14. Jahrhunderts zählt, rief um diese Zeit eine bedeutende Vergröfserung der Pfarrkirche hervor. Dieser Neubau des Chors, welcher wohl an Stelle des ältesten Kirchleins von 1248 trat, umfafste drei Joche und das nach drei Seiten des Achtecks geschlossene Chorhaupt mit Umgang und Capellenkranz zwischen den nach innen gezogenen Strebepfeilern (Abb. 2 und 3 und System auf Blatt 8). Er wurde mit dem höchsten Aufwande, welchen die Zeit kannte, ausgeführt; er wetteiferte auch in den Abmessungen, in Sonderheit in der Höhe mit den bedeutendsten kirchlichen Bauten, sodafs die sprichwörtliche Redensart „Colberg die weite, Stargard die hohe, Cammin die schöne" das Gepräge dieser drei pommerschen Bauten vollwerthig ausdrückt. Das Verhältnifs des Mittelschiffes zur Höhe beträgt nach den oben mitgetheilten Mafsen über das dreifache. Auch die Höhe der Seitenschiffe und des Capellenkranzes beträgt 15 m bei 5 m lichter Weite. Das Mittelschiff steigt basilical aus den Seitenschiffen heraus; auch im Aeufseren tritt die schlanke Form klar hervor. Die Grundrifslösung der sich als Umgang fortsetzenden Seitenschiffe ist derartig getroffen, dafs auf fünf Seiten des Achtecks vom Mittelschiffe acht Seiten des Zwölfecks des Chorumganges kommen, wobei die Mittelachse einen Pfeiler schneidet. Hierdurch ist bei etwas willkürlicher Gewölbgliederung (dreikappige Kreuzgewölbe) eine mächtige Raumwirkung erzielt, da dem im Westen eintretenden Beschauer die wesentlichsten Lichtquellen entzogen sind, während die Kirche vollauf beleuchtet erscheint. Bemerkenswerth ist die Uebereinstimmung der Anlage des Umganges mit dem 1360 begonnenen der Bartholomäuskirche in Colin in Böhmen, deren Chor wie unsere Marienkirche nach innen gezogene Strebepfeiler und einen Pfeiler in der Mittelachse zeigt.[3]) Der viel

1) Vergl. Lübke, Geschichte der Renaissance in Deutschland, 2. Auflage 1882. I, Seite 49.

2) Schmidt, I, 14 nach Cramers Kirchenchronikon II, 49. 136.

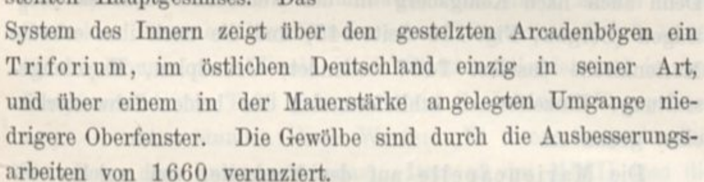
3) Diese auffallende Anordnung findet sich ebenfalls, vielleicht von Colin entlehnt, an der im Anfange des 15. Jahrhunderts erbauten Pfarrkirche in Neifse, ferner an den etwas älteren Pfarrkirchen in Habelschwerdt und Eisersdorf in der Grafschaft Glatz (Lutsch, Schlesien II, 12. 53) und in Guben (Bergau 401).

beschäftigte Meister dieses Bauwerks, Peter von Gmünd, folgte hierin der Ausbildung des Chors von Freiburg im Breisgau. Ob der Meister unserer Marienkirche diesen Bau gekannt hat, läfst sich bei dem Mangel an Aufzeichnungen nicht entscheiden, ist aber bei der Wanderlust deutscher Baumeister nicht unwahrscheinlich.

Die Capellen erheben sich bis unter das Dach des Umgangs und sind durch eine auf Flachbogen ruhende Empore in zwei Geschosse zerlegt, was sich auch im Aeufseren in zwei durch das Kaffgesims geschiedene Fensterreihen ankündigt (Blatt 8). Auch die Strebepfeiler, welche nur schwach vor die Mauer vorspringen, endigen unter dem gemeinsamen Dache. Leider fehlt die nach dem Vorbilde von Prenzlau und Brandenburg (Adler, Blatt XII, LXXXXIV) gestaltet zu denkende Galerie oberhalb des auch sonst entstellten Hauptgesimses. Das



Abb. 2. Ansicht der Marienkirche in Stargard von Südosten.



System des Innern zeigt über den gestelzten Arcadenbögen ein Triforium, im östlichen Deutschland einzig in seiner Art, und über einem in der Mauerstärke angelegten Umgange niedrigere Oberfenster. Die Gewölbe sind durch die Ausbesserungsarbeiten von 1660 verunziert.

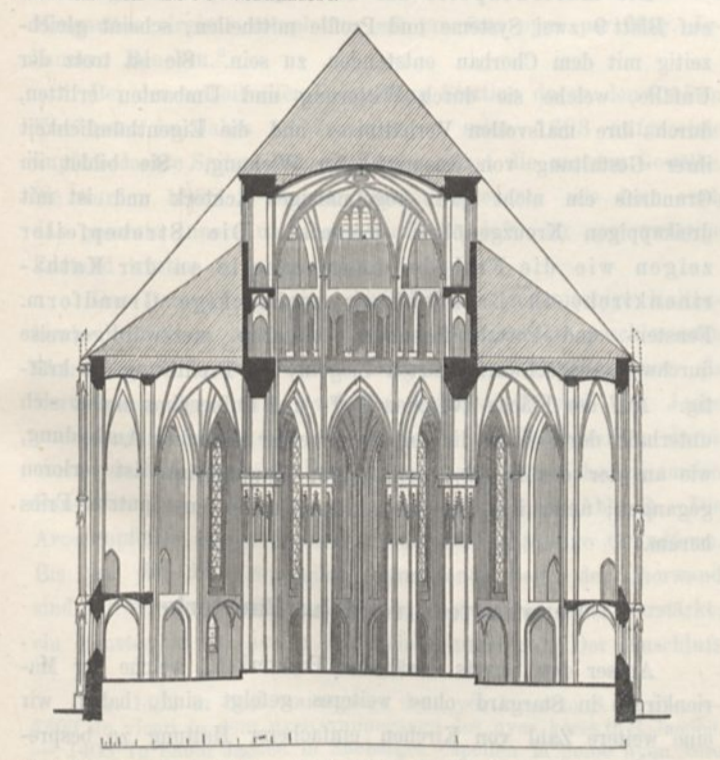


Abb. 3. Durchschnitt durch den Chor der Marienkirche in Stargard.

Die Behandlung der Einzelglieder entspricht der Grofsartigkeit des Aufbaues, verliert sich aber bereits in spielende Formen, welche durch ihre Feinheit mit der Masse des Bauwerks in argen Widerspruch gerathen (Abb. 4). Die Technik verräth Geschick, läfst aber die Sorgfalt des 13. Jahrhunderts vermissen. Die achteckigen Pfeiler sind an den Ecken durch Rundstäbe gebrochen, welche denselben Querschnitt zeigen wie die Pfeiler von Königsberg in der Neumark und St. Katharina in Brandenburg (Adler XI, 2 und XII, 5). Im oberen Drittel zeigen sie auf jeder Pfeilerseite eingeblendete, mit Wimpergen bekrönte Nischen, ein für Pfeiler nicht eben gückliches Motiv, welches sich nur noch am Dome in Mailand und an der Wallfahrthskirche in Wilsnack (Adler, Bl. LVII), nachweisen läfst; sie waren wohl zur Aufnahme von Statuetten bestimmt. Mit den vier den Chorschlufs bildenden Pfeilern steigen einfache Dienste für die Gewölbe des Mittelschiffes vom Fufsboden ab empor, während solche bei den andern erst über dem Arcadenkämpfer beginnen. Die abgeschmiegten Arcadenbögen sind auch hier reich gegliedert. Ueber ihnen zieht sich ein Rautenfries aus schwarzglasirten Ziegeln hin, einem gleichgeformten am Hauptgesimse des Capellenkranzes entsprechend, welcher die energisch aufstrebenden Glieder unter dem schmucken Triforium kräftig zusammenfafst. Die übrigen Formen sind ohne besonderes Interesse. Bei weitem gröfseren Reichthum entfaltet das leider durch den Zahn der Zeit sehr benagte Aeufsere. Der Sockel besteht aus Granitquadern und demselben weit ausladenden Ablaufgesims aus Kalkstein, welches sich an der Mariencapelle, an den Thür-

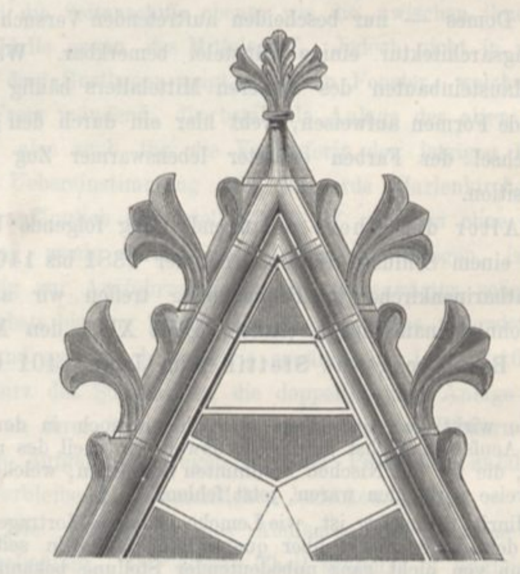
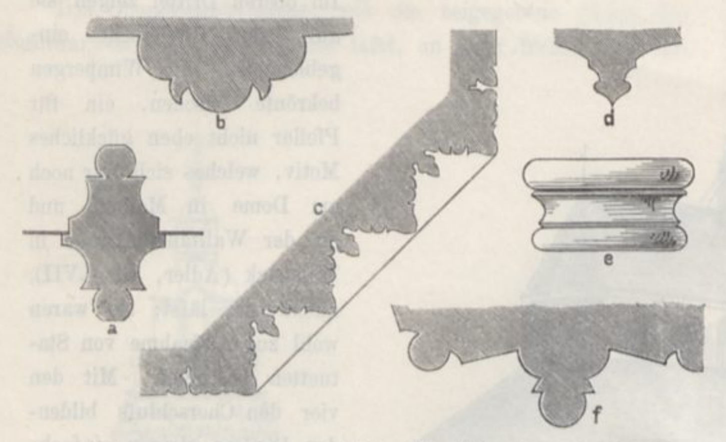


Abb. 4. Krönung eines Giebels am Pfeiler des Capellenkranzes der Marienkirche in Stargard.

men und an der nördlichen Capellenreihe des alten Langhauses herumzieht. Auch zu dem Kaffgesims der Strebepfeiler ist dieser Baustoff gewählt. Während die Wandflächen ruhig gehalten sind und auch die Fensterprofilirung bescheiden auftritt, ent-

faltet sich an den Strebepfeilern (Abbildung 6) die ganze Pracht des Backsteinbaues. Nischenbildungen aus schwarzglasirten und rothen unglasirten Ziegeln zusammengesetzt, reiche Rosetten aus Fünf-, Sechs- und Achtpässen, stattliche Wimperge mit zierlichen Kantenblumen wetteifern hier, den Glanz ler Hansestadt dem fahrenden Kaufmann vor Augen zu führen.[1])



a Fensterprofil. b Wanddienst. c Thürprofil. d Rippe im oberen Umgang. e Consol für Gewölberippen. f Pfeilerecke.

Abb. 5. Einzelformen des Chores der Marienkirche in Stargard.

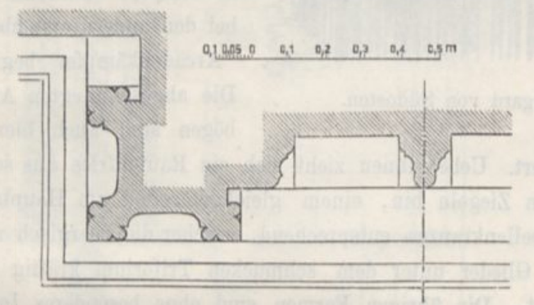


Abb. 6. Grundrifs des Strebepfeilers am Capellenkranz der Marienkirche in Stargard.

Schon macht sich indessen durch den — im Hinblick auf den Hausteinbau und selbst gegenüber der luftigen Giebelreihe des Camminer Domes — nur bescheiden auftretenden Versuch einer Verdopplungsarchitektur einige Künstelei bemerkbar. Während aber die Hausteinbauten des späteren Mittelalters häufig wenig ansprechende Formen aufweisen, weht hier ein durch den glücklichen Wechsel der Farben erzielter lebenswarmer Zug durch die Composition.

Das Alter des Chors anlangend, mag folgende Ueberlegung zu einem Schlusse führen. An der 1381 bis 1401 erbauten Katharinenkirche in Brandenburg treffen wir an der reichen Frohnleichnamscapelle (Adler, Blatt XIV) den Meister Heinrich Brunsberg aus Stettin[2]) im Jahre 1401 thätig. Zehn Jahre später erscheint ein zweiter Stettiner Architekt, Meister Nicolaus Kraft, an dem Mühlenthorthurm daselbst beschäftigt, was auf einen lebhaften Verkehr beider Städte hinweist. Wie im Westen Deutschlands, sind auch in den östlichen Provinzen derartige Beziehungen keine Seltenheit; oft genug fand der Rath einer gröfseren Stadt Veranlassung, tüchtige Handwerker gegen Gewährung von Steuerfreiheit, einer Wohnung und etwaiger Besoldung zu berufen; war dies im 16. Jahrhundert ganz gewöhnlich, so sind doch auch aus dem Mittelalter derartige Vorgänge bekannt genug. — Nun ist die Aehnlichkeit zwischen St. Katharina in Brandenburg und St. Maria in Stargard ganz auffallend. Nicht nur, dafs, wie wir oben bereits berührten, viele Profile völlig gleich sind, auch die Plangestaltung (Adler, Blatt XI), selbst in den absoluten Mafsen, das System des Umganges, die Ausbildung der Strebepfeiler der Seitenschiffe und der Mariencapelle stimmen im wesentlichen überein. So ist der Schlufs nahe gelegt, dafs, wie Meister Nicolaus Kraft das an dem Mühlenthorthurm 1411 auftretende Motiv der langen, reichgetheilten Blenden von dem Thurme der Stargarder Marienkirche entlehnte, so Meister Brunsberg den Bauplan von Stargard, dessen Marienkirche wir somit bald nach der Mitte des 14. Jahrhunderts begonnen denken müssen, mit nach Brandenburg gebracht habe.

Das bei diesen Bauten zum Ausdruck gebrachte System erfreute sich jedenfalls des ungetheilten Beifalls jener Zeit. Denn auch nach Königsberg in der Neumark wurde es übertragen (Bergau, Fig. 155 Seite 445) und die nach ihm erbaute Marienkirche daselbst 1407 vollendet; Grundplan, Façadengestaltung, Einzelformen schliefsen sich den beiden Schwesterkirchen genau an.

Die Mariencapelle auf der Nordseite, von welcher wir auf Blatt 9 zwei Systeme und Profile mittheilen, scheint gleichzeitig mit dem Chorbau entstanden zu sein. Sie ist trotz der Unfälle, welche sie durch Witterung und Umbauten erlitten, durch ihre mafsvollen Verhältnisse und die Eigenthümlichkeit ihrer Gestaltung von ansprechender Wirkung. Sie bildet im Grundrifs ein nicht ganz regelmäfsiges Achteck und ist mit dreikappigen Kreuzgewölben überdeckt. Die Strebepfeiler zeigen wie die Frohnleichnamscapelle an der Katharinenkirche in Brandenburg sechseckige Grundform. Fenster- und Portaleinfassungen bestehen merkwürdigerweise durchweg aus schwarzglasirten Ziegeln; die Profilirung ist kräftig. Auf der Fläche zwischen Kaff- und Fufsgesims findet sich unterhalb der Fenster die Anlage zu einer ähnlichen Ausbildung, wie an der erwähnten Capelle. Das Hauptgesims ist verloren gegangen; unter ihm lief wie am Langhause ein geputzter Fries herum.

Verwandte kirchliche Bauwerke.

Aufser den bereits erwähnten Bauwerken, welche der Marienkirche in Stargard ohne weiteres gefolgt sind, haben wir eine weitere Zahl von Kirchen einfacherer Haltung zu bespre-

1) So wirkt das Gotteshaus auch heute noch in der Gliederung des Aeufseren höchst prunkvoll, obwohl ein Theil des reichen Schmuckes, die für die Nischen bestimmten Statuetten, welche 1840 noch theilweise vorhanden waren, jetzt fehlen.

2) Hinrik Brunsberg ist, wie Lemcke in einem Vortrage nachwies, aus dem sogenannten liber querelarum in Stettin seit 1400 als ein Mann von nicht ganz unbedeutender Stellung bekannt, der mehrfach öffentliche Aemter, namentlich als Provisor von Kirchen und Vicarien bekleidet. Bei seinen mannigfachen Klagen, die in dem genannten Buche aufgezeichnet sind, war er nicht immer anwesend, sondern wurde durch seine Frau vertreten, so regelmäfsig in den Sommermonaten seit 1411. Zuletzt erscheint er 1428 als Bevollmächtigter der Wittwe Nicolaus Krafts, der vorher ebenfalls öfters in Stettin genannt wird. Heinrich Brunsberg war um 1435 verstorben. — Ein Verwandter, Claus Brunsberg, vergleicht sich 1412 mit Hans Pasedach, dem Vertreter des städtischen Maurergewerks in Prenzlau, wo er gearbeitet hatte, über eine beträchtliche Summe. So mag denn doch die Nachricht aus Fabers Kunstlexicon, dafs Heinrich Brunsberg auch in Danzig und Prenzlau gebaut habe, die Adler (Backsteinbauten I. 21, Anm. 1) aus stilkritischen Gründen mit Recht zurückweist, irgendwie zutreffen. Für die Kunstforschung ist sie freilich belanglos.

chen, welche die dort gegebenen Motive freier verwerthet haben. Eigenthümlich ist ihnen das Hineinbeziehen der gröfseren Masse des Strebepfeilers in das Innere, sodafs einerseits der zwischen diesen gewonnene Raum zur Aufstellung von Altären nutzbar gemacht ist, andererseits den Einflüssen der Witterung weniger Flächen ausgesetzt werden.

1. Jacobikirche in Stettin.

(Hierzu der Grundrifs auf Blatt 10 im Atlas.)

Von der im Jahre 1187 vor der alten Wendenstadt durch den Bamberger Patrizier Beringer gegründeten Capelle ist keine Spur vorhanden. Der älteste Rest der auf uns gekommenen Kirche, nämlich der ganze Unterbau der zweithürmigen Westseite, wird um das Jahr 1300 entstanden sein. Der übrige Theil des gewaltigen Bauwerks gehört der späteren Zeit des 14. Jahrhunderts an und folgt im wesentlichen dem Grundrisse der Marienkirche in Stargard, während die Ausbildung der Einzelformen so dürftig behandelt ist, dafs wir fast auf das 15. Jahrhundert als Bauzeit schliefsen würden, wenn nicht in den Schöppenbüchern bereits 1403 der „Umgang des nigen Chores“ erwähnt wäre, wie denn auch schon im Jahre vorher eine ähnliche Notiz auftaucht.[1]) Zu dem Jahre 1456 berichtete eine noch 1840 von Kugler gesehene Steintafel von dem Einsturz eines Thurmes: „Anno dni M° CCCC° lvj° .. cecidit ista turris vna cu(m) (or)gano“, welche im ersten Pfeiler auf der Südseite eingemauert war. Vollendet wurde der neue Thurmbau nach Friedeborn[2]) erst im Jahre 1504 durch Meister Hans Bönecke. Cramer berichtet in seinem Chronikon:[3]) a° 1503 ist der Thurm zu S. Jacobi in A.-Stettin vollendet und in den Knopf ein bleiern Tafel gelegt, darauf S. Johannis Evangelium usw. — unten stunden diese Worte: „Et tunc temporis fuit Dn. Bog. dux huius provinciae. Item a° dni MDIII ipso die Margaritae virginis completum est praesens opus per Mag. Johannem Bencken.“

Bei der unheilvollen Belagerung Stettins durch den Grofsen Kurfürsten im Jahre 1677 verlor er seine 1603 aufgesetzte kupferbedachte Spitze und die Kirche selbst die meisten Gewölbe. Sie wurden 1698 in starren Formen erneuert, wie denn auch das gesamte Innere umgebaut wurde, sodafs der gegenwärtige Zustand trostlos zu nennen ist.

Das Bauwerk ist eine dreischiffige, siebenjochige Hallenkirche mit einem nach fünf Seiten des Zehnecks geschlossenen Chore, ebenso geschlossenem Umgang und Capellenkranz als Fortsetzung der etwas breiteren Seitenschiffe des vier Joche umfassenden Langhauses, welches gegen das Presbyterium durch einen starken Gurtbogen abgegrenzt ist. Sämtliche genannten Bautheile liegen unter einem gewaltigen Dache (Abb. 7). Die Arcadenpfeiler zeigen durchweg schlichte achteckige Grundform. Bis auf die die Längsachse schneidende Seite der Chorwand sind die Wände des Chorhauptes durch Zwischenpfeiler verstärkt; ein Fenster ist in jeder Halbachse angelegt. Der Anschlufs der Gewölbe des Umganges an die so vermehrte Zahl der Stützpunkte läfst sich nicht mehr ermitteln. Die am Chor als schwache Lisenen vortretenden Strebepfeiler sind ohne jedwede Ausbildung geblieben; die des südlichen Langhauses zeigen Anklänge an die Strebepfeiler der Marienkirche in Stargard in vereinfachter Form. Auf der Nordseite ist, wie an der Pfarr-

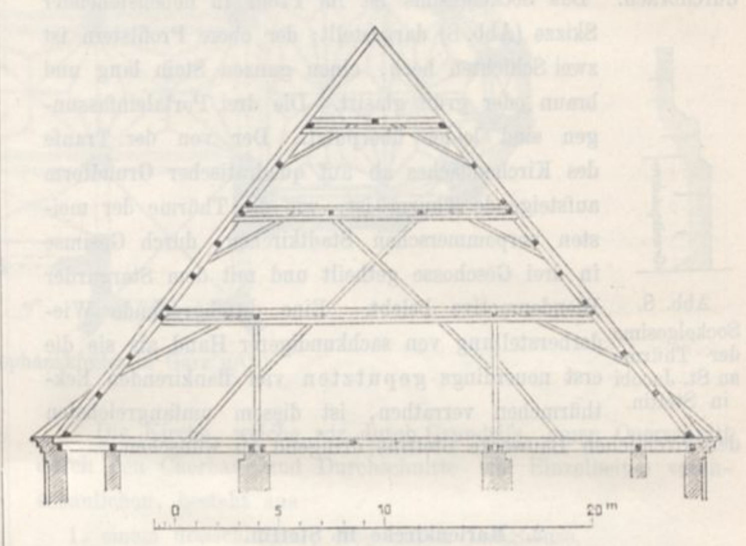


Abb. 7. Dachstuhl der Jacobikirche in Stettin.

kirche in Colberg, ein viertes, durch eine Zuhörerbühne getheiltes Schiff absatzweise angebaut, welches die älteren Theile basilical heraustreten läfst. Die Strebepfeiler dieses Anbaues sind dann zur Hälfte wiederum zu Capellenbildungen verwendet, auch ist eine weitere Reihe von Anbauten auf der Nordseite hinzugefügt, sodafs letztere ein unregelmäfsiges Aeufsere zeigt. Die gröfsere Tiefe der Seitenschiffe läfst die allerdings durch kein schriftliches Zeugnifs erwiesene Vermuthung aufkommen, dafs wir in dem Langhause einen erst nach 1400 begonnenen Bau vor uns haben.

Dem interessantesten Abschnitte des Bauwerks begegnen wir in der Thurmanlage. Die starken Mauern öffnen sich gegen die Seitenschiffe ebenso wie die zwischen ihnen angeordnete Halle gegen das Mittelschiff. Jedoch nicht in voller Höhe; über dem Gurtbogen zeigt sich ein Fenster, welches, ehemals ins Freie mündend, die basilicale Anlage des alten Baues darthut, also auch für die Vorläuferin der jetzigen Hallenkirche eine Uebereinstimmung mit Stargards Marienkirche bekundet. Der anfänglich aufgestellte Entwurf, welchen ohne weiteres die starken, wenig durchbrochenen Mauern klarlegen, ist nie vollständig zur Ausführung gelangt. Gegenwärtig sehen wir den Unterbau bis zur Traufe des Kirchendaches vollendet; weiterhin ist, und zwar nach dem wie erwähnt im Jahre 1465 erfolgten Einsturz des Südthurmes, die doppelthürmige Anlage aufgegeben und an ihrer Stelle auf den vier inneren Pfeilern ein Mittelthurm aufgeführt, gegen den die Pultdächer anfallen, welche die verbleibenden Grundflächen bedecken.

Die Ausbildung des Aeufseren der Thürme ist höchst unregelmäfsig. Der älteste Theil schliefst in ungleichen Höhen ab; am weitesten und zwar bis zur Kirchendachtraufe gediehen, ist die nördliche Hälfte, während die südliche nur etwa bis zur halben Höhe gefördert wurde. Der Grundrifs zeigt die Knotenpunkte mit schwachen, auf der Nordhälfte unter einem in etwa 13 m Höhe sich herumziehenden Kaffgesimse endigenden Strebepfeilern besetzt, welche umschichtig mit grünglasirten und rothen

1) 1402 in dem vmmegange des nyes kores to S. Jacobe. — 1403 de vicari in dem nyen vmmegange des nyes kores to S. Jacobe. — 1408 To Sante Jacobe in Sneberges capellen in deme nyen kore to der wedeme wert. — 1408 in dat suden in S. Jacobs Kerken in deme nyen kore. Gefällige Mittheilung von Herrn Prof. Lemcke in Stettin.

2) P. Friedeborn, hist. Beschreibung der Stadt Alten-Stettin 1613. I, 115.

3) Daniel Cramer: Pommersches Kirchen-Chronikon. Stettin, 1628.

Ziegeln eingefafst sind, während sie auf der Südhälfte etwa 2 m höher hinaufreichen; das Kaffgesims fehlt hier. Die Mauermasse ist auf der Nordhälfte durch zweitheilige, einfach aber kräftig eingerahmte Fenster durchbrochen; an der Südhälfte reichen die fünftheiligen, im Spätmittelalter angelegten Fenster weiter herunter, während man mit denen der Mittelhalle das alte Gesims durchbrach. Das Sockelgesims ist im Profil in nebenstehender Skizze (Abb. 8) dargestellt; der obere Profilstein ist zwei Schichten hoch, einen ganzen Stein lang und braun oder grün glasirt. Die drei Portaleinfassungen sind leider überputzt. Der von der Traufe des Kirchendaches ab auf quadratischer Grundform aufsteigende Thurm ist, wie die Thürme der meisten vorpommerschen Stadtkirchen, durch Gesimse in drei Geschosse getheilt und mit dem Stargarder Blendenmotive belebt. Eine durchgreifende Wiederherstellung von sachkundigerer Hand als sie die erst neuerdings geputzten vier flankirenden Eckthürmchen verrathen, ist diesem umfangreichsten der kirchlichen Bauwerke Stettins dringend zu wünschen.



Abb. 8. Sockelgesims der Thürme an St. Jacobi in Stettin.

2. Marienkirche in Stettin.

Diese 1261 von Herzog Barnim I. gegründete Collegiatkirche, welche als die schönste Stettins galt und auf der Stelle des heutigen Marienstiftsgymnasiums stand, ist nach einem bedeutenden Brande von 1789 in den Jahren 1829/30 vollständig beseitigt. Nach den vorhandenen Abbildungen[1]) bestand sie aus einem dreischiffigen, sechsjochigen Langhause und einem einschiffigen, zweijochigen, nach fünf Seiten des Achtecks geschlossenen Chore; vor dem nördlichen Seitenschiffe stand ein Thurm; auf derselben Seite lag ein aus zwei Flügeln bestehender, zu dem Collegiatstift gehörender Kreuzgang. Schliefst sich die Kirche in der Grundrifsanlage sonst dem älteren Typus an, wie er sich bei der Johanneskirche daselbst zeigt, so zeigt der Aufbau des Chors jene wahrscheinlich aus Prenzlau entlehnte Zinnengalerie und ist somit ein bedeutungsvolles Bindeglied zwischen dieser Nachbarin und Stargard, wo wir, wie oben bemerkt, einen Zinnenkranz über den Capellen des Umganges zu ergänzen haben. Ueberhaupt scheint der Chor reicher ausgebildet gewesen zu sein.[2])

3. Peter- und Paulskirche in Stettin.

(Hierzu Blatt 10 im Atlas.)

Die ältere, 1124 von Bischof Otto von Bamberg gestiftete, dem Apostel Petrus geweihte Kirche wurde später, wie es scheint, durch einen Steinbau ersetzt, von welchem einige Relieftafeln der Titelheiligen herrühren mögen, die wir an dem gegenwärtigen Bau vorfinden. Dieser, eine vereinfachte Nachbildung der Marienkirche in Stargard, bezw. der Jacobikirche in Stettin, mit deren Langhaus sie nach dem Façadensystem verwandt ist, wird im Anfange des 15. Jahrhunderts ausgeführt sein. Der Grundrifs und ein System der Façade ist auf Blatt 10 dargestellt. Dafs sie an Stelle der vorhandenen Holzdecke massive Gewölbe gehabt hat, läfst sich deutlich erkennen; auffallend ist die bedeutende Spannweite von 11,75 m, welche von keinem Gewölbebau Pommerns übertroffen wird. Dieser Umstand legt die Vermuthung nahe, dafs die Kirche ursprünglich eine dreischiffige Hallenkirche gewesen sei, wie die unten zu besprechende Kirche in Zarben. Aus ihr dürften einige jetzt zu Stützen für Emporen usw. verwendete achteckige Kalksteinpfeiler stammen, welche zwar nur geringe Abmessungen zeigen, immerhin aber noch genügende Stärke für die Gewölbe haben und in dieser Beziehung in denen der bezeichneten Dorfkirche ein Gegenstück besitzen. Bei aller Schlichtheit der Formen und trotz der Zerstörung bei der Belagerung Stettins im Jahre 1677 ist die Kirche des Interesses werth genug, weil sie lehrt, wie die Architekten die ausgebildeten Formen auch bei mindergrofsen Anlagen zu verwerthen verstanden.

Auffallende Aehnlichkeit mit diesem Bauwerk zeigt die kleine Marienkirche in Posen, neben dem Dome belegen. Sowohl das System der Façaden,[1]) der mehrseitige Chorschlufs, wie die schwarze Glasur der Formsteine und die Profile der letzteren sind eine getreue Nachbildung der Petrikirche in Stettin.

4. Stephanskirche in Garz an der Oder.

(Hierzu Blatt 10 im Atlas.)

Die Kirche, von welcher Abb. 9 den Grundrifs darstellt, ist ein dreischiffiger, vierjochiger Hallenbau mit einem jüngeren, einschiffigen, nach fünf Seiten des Zehnecks geschlossenen Chore mit Capellenkranz zwischen den in das Innere hineingezogenen Strebepfeilern, sowie einem Thurme an der Westseite. Das Langhaus aus der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts ist sehr einfach. Die Pfeilerstellung ist um einiges weiter, als bei den gewöhnlichen Stadtkirchen, sodafs die mit schöngebauschten Sterngewölben bedeckten Mittelschiffsfelder quadratische Form erhalten haben. Die auf achteckigen Pfeilern ruhenden Arcadenbögen sind nur mit abgefasten Ecken gegliedert. Die Strebepfeiler treten zum gröfsten Theil in das Innere vor und sind durch tiefe Gurtbogen verbunden; sie endigen nach dem Vorbild der Hauptpfeiler in ein halbes Achteck, was sonst im mittleren Pommern nicht vorkommt. Das vierte Joch des Langhauses erweitert sich nach aufsen zu Capellenausbauten, sodafs im Grundrisse eine Kreuzform entsteht, die jedoch im Aufbau nicht durchgeführt ist. Nach den Formen eines auf der Südseite angelegten Portals zu urtheilen, welches wir auf Blatt 10 darstellen, ist diese Capelle im 15. Jahrhundert angefügt. Im übrigen ist die formale Behandlung sparsam; die Fensterwandungen sind meist nur aus Fasensteinen gemauert; die Portale zeigen nach dem Vorbilde eines schönen Portals in Königsberg in der Neumark innerhalb der rechteckigen Umrahmung füllende Flächenmuster (Bergau, Abb. 156, S. 446). In dem Chore finden wir eine vereinfachte Nachbildung der Marienkirchen in Stargard bezw. Königsberg. Die Farbe der Glasuren ist wie an der ersteren und wie in Stettin ein tiefes

1) 1. Plan de la ville Stettin von 1721, Handzeichnung auf der Bibliothek der Gesellschaft für pommersche Geschichte und Alterthumskunde in Stettin. 2. Grofse in Oel gemalte Ansicht Stettins auf der dortigen Börse aus dem 16. Jahrhundert. 3. Zwei Stiche der Kirche von 1789 auf dem Museum der genannten Gesellschaft im Königl. Schlosse. 4. In Herings hist. Nachrichten von der Stiftung der zwei Collegiatkirchen in Stettin, 1725. 5. Ansicht des Chores im Archive des Marienstiftsgymnasiums; ebenda 6. eine Handzeichnung der Nordseite und 7. ein Grundrifs. Die Nummern 4 bis 7 hat Verf. nicht benutzen können; die Mittheilung verdankt er der Güte des Gymnasialdirectors Herrn Professor Dr. Lemcke in Stettin.

2) Vergl. Kugler a. a. O. S. 10.

1) Das Innere war leider nicht zugänglich.

Blauschwarz. Die Anlage der Strebepfeiler im Querschnitt und Aufbau, die Grundrifsform des Capellenkranzes ist wie dort, nur fehlt hier die Theilung der Capellen durch eine Empore. Die Rippen der reichen Sterngewölbe setzen auf Bündeldiensten auf. Die Wirkung des weitgespannten Chorraumes (im lichten 10,4 m) ist nicht ohne Reiz.

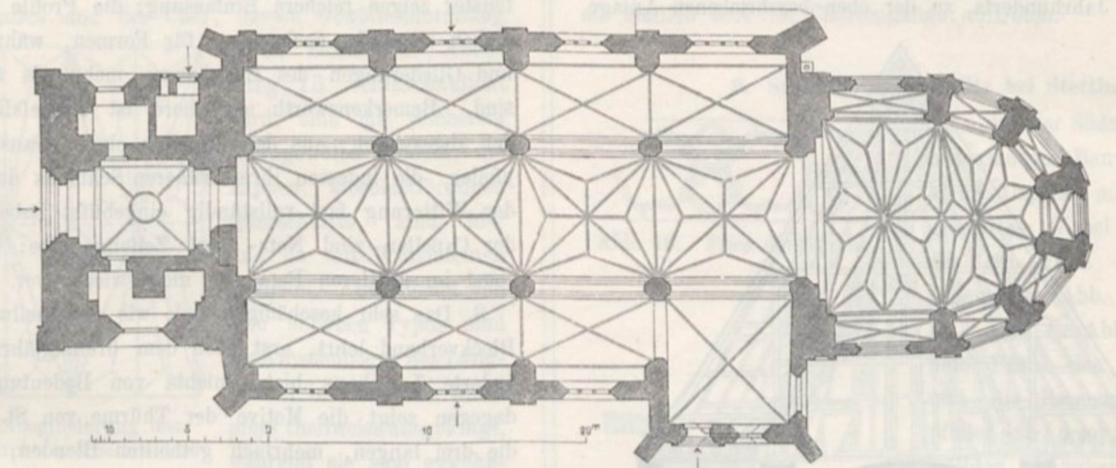


Abb. 9. Grundrifs der Stephanskirche in Garz a/O.

5. Johanneskirche in Stargard.

Die Kirche war Eigenthum der Johanniter, welche urkundlich 1229 zum erstenmal in Stargard auftreten. Ueber die Zeit der Erbauung ihres westlichen Theiles besitzen wir ein zuverlässiges Zeugnis in einer am Thurme eingemauerten Tafel mit der Minuskelinschrift:

Opus + hoc + nouum + de + anno + dnī + m° + ccccviii° + in profesto + btī + georgii + martiris + per + discretos + viros + mathiam + schonenberch + hennynghum busseler + et hinricum + bauwertz + prouisores + huius + ecclesie + deo + operante + est + inceptum.

Dies bestätigt eine Holztafel mit der Inschrift in Capitalen, welche jetzt im Thurme aufgehängt ist:

DIE MOENCHE LEGTEN MIR
DEN ALLERERSTEN STEIN 1408.
UEBER SOVIEL JAHREN
FIEL ICH WIEDER EIN 1696.

Die Kirche, welche wir durch Grundrifs, einen Querschnitt durch den Chorbau und Durchschnitte von Einzelheiten veranschaulichen, besteht aus

1. einem dreischiffigen, dreijochigen Langhause,

2. einem dreischiffigen, zweijochigen, mehrseitig geschlossenen Chore mit Umgang und Capellenkranz und

3. einem massigen Thurm an der Westseite, bis zu dessen Vorderflucht die Seitenschiffe des Langhauses später verlängert sind.

Das Gebäude ist in verschiedenen Zeitläuften entstanden:

1. der älteste Theil ist eine schlichte, nach drei Seiten des Achtecks geschlossene Capelle, gegenwärtig das Mittelschiff des Chores. Strebepfeiler waren nicht vorhanden, ebenso fehlen Lisenen. Die Spitzbogenfenster waren ziemlich bedeutend, wahrscheinlich dreitheilig; sie wurden später nach unten erweitert und die übrig bleibenden Wände als Arcadenbögen benutzt. Man verfuhr also mit ihnen in gleicher

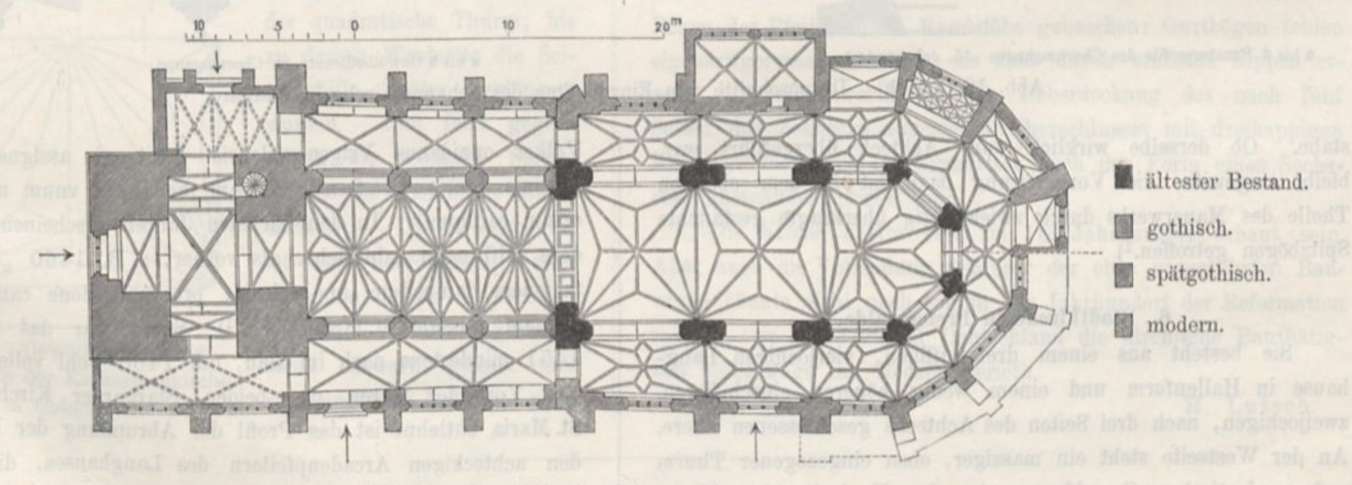


Abb. 10. Grundrifs der Johanneskirche in Stargard.

Weise, wie wir es bei der Mauritiuskirche in Pyritz [1]) und der Marienkirche in Anclam finden. Möglich ist es übrigens, dafs unterhalb des Kaffgesimses bereits ein niedriger Umgang vorhanden war, sodafs die Capelle eine Basilika gewesen sein müfste; hierauf deuten zwei in der Querschnittszeichnung sichtbare Kragsteinchen hinter dem Altare in etwa 4 m Höhe, unter den jetzigen Oberfenstern, die kaum einem anderen Zwecke, als der Aufnahme von Rippen gedient haben können. Indessen ist ein sicheres Urtheil wegen des den Innenwänden anhaftenden Putzbewurfes nicht zu gewinnen.

2. Diese aus Mangel an Kunstformen nur unsicher zeitlich festzustellende, jedenfalls nicht vor dem letzten Viertel des 13., kaum vor dem Anfange des 14. Jahrhunderts erbaute

1) Zeitschrift für Bauwesen XV, 29 und Tafel 16, 17.

Capelle wurde später, und zwar vor Anfügung des 1408 begonnenen Langhauses und, wie aus der Planbildung zu folgern ist, nach Vollendung des Chores dieser Kirche, also im letzten Viertel des 14. Jahrhunderts, zu der oben beschriebenen Anlage umgewandelt. Der Abschlufs gegen das spätere Langhaus markirt sich deutlich durch die übereck gestellten Strebepfeiler; ein jetzt vermauertes Portal vermittelte den Zutritt. Die Oberfenster zeigen reichere Einfassung; die Profile der Gesimse verrathen ebenfalls noch Sinn für Formen, während die Fenster und Gliederungen des Langhauses mehr als ärmlich gestaltet sind. Bemerkenswerth am Chore ist schliefslich die Belebung der abgestuften, aus den Capellen oben heraustretenden Strebepfeiler, die indessen ihren früheren Schmuck durch die Unbilden der Witterung fast vollständig eingebüfst haben. Die Gewölbe der Capellen sind Netz- und Zellengewölbe; letztere kommen sonst im mittleren Pommern nicht wieder vor.

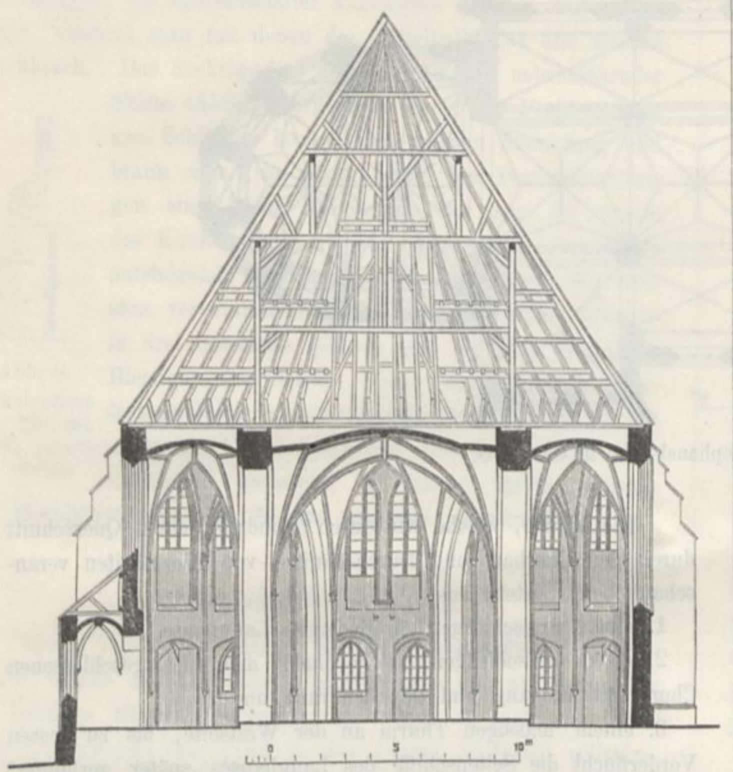
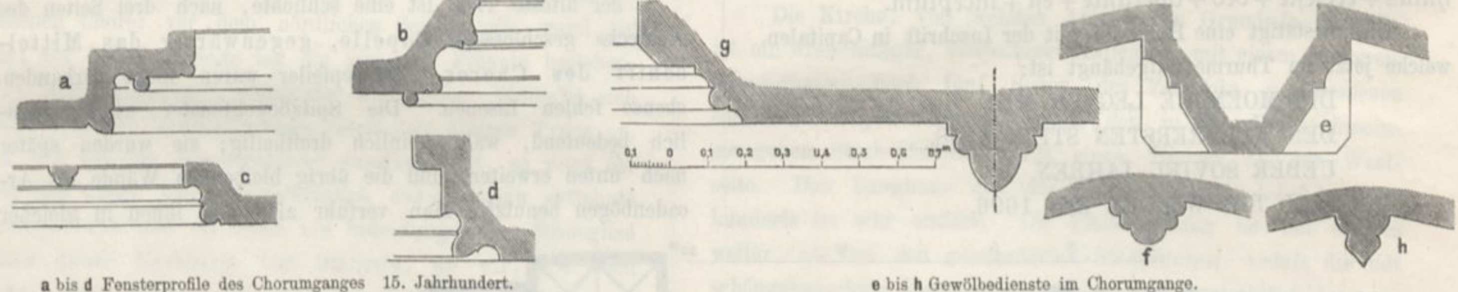


Abb. 11. Durchschnitt durch den Chorbau der Johanneskirche in Stargard.

3. Das sehr beschädigte und, wie der theilweise angewendete Blockverband lehrt, erst nach dem dreifsigjährigen Kriege veränderte Langhaus bietet nichts von Bedeutung. Der Thurm dagegen zeigt die Motive der Thürme von St. Maria, nämlich die drei langen, mehrfach getheilten Blenden, jedoch in etwas sparsamerer Fassung; — die langen senkrecht aufsteigenden Flächen werden durch Wimperge wirksam unterbrochen. Der Bogenschlufs der Nischen zeigt die dem Backsteinbau des Spätmittelalters eigene halbkreisförmige, theilweise schon korblinige Form. Der untere Theil des Thurmes war wie an dem der Moritzkirche in Pyritz und der demnächst zu besprechenden Stadtkirche in Freienwalde ursprünglich nicht von Seitenschiffen umgeben, sondern ermöglichte von Nord nach Süd freien Durchgang. Diese Anordnung, welche in letzterer Kirche noch erhalten ist, ist von grofsartiger Wirkung. Gegenwärtig fehlen die Gewölbe der Thurmhalle. — Den Aufbau des schlanken Helmes giebt die Lubinsche Karte nur in sehr kleinem Mafsstabe. Ob derselbe wirklich zum Achteck übergeführt war, bleibt ungewifs; die Vorbereitung dazu ist in dem obersten Theile des Mauerwerks durch zwiebelartig überkragte gestauchte Spitzbögen getroffen.[1]



a bis d Fensterprofile des Chorumganges 15. Jahrhundert. e bis h Gewölbedienste im Chorumgange.

Abb. 12 (a bis h). Durchschnitte von Einzelheiten der Johanneskirche in Stargard.

6. Stadtkirche in Freienwalde.

Sie besteht aus einem dreischiffigen, vierjochigen Langhause in Hallenform und einem wenig höheren einschiffigen, zweijochigen, nach drei Seiten des Achtecks geschlossenen Chore. An der Westseite steht ein massiger, oben eingezogener Thurm auf quadratischer Grundform. An der Nordseite des Chores befindet sich ein Anbau aus spätester Zeit mit schlichtem Giebel. Als Bauzeit für den Kern des mäfsig grofsen Bauwerks wird die erste Hälfte des 15. Jahrhunderts zu bezeichnen sein. Mit dieser Annahme stimmen die geschichtlichen Nachrichten überein, welche wir über die Kirche besitzen. Im Schöffenbuche der Stadt findet sich die Eintragung: „a⁰ 1451. Nicolaus Volker oppidanus Vrigenwaldensis dedit et assignavit beate virginis Marie ad fundacionem ecclesie vnum mansum et ortum caulium.“ In den nächsten Jahren erscheinen auch andere Stiftungen zahlreicher als vorher, z. B. 1460 „ad sustentacionem lampadum in ecclesia, pro pulsacione campane, ad primam missam St. Katherine.“[1] Somit war das Gotteshaus 1451 mindestens noch im Bau, um 1460 wohl vollendet.

Vorbilder waren die beiden Stargarder Kirchen. Von St. Maria entlehnt ist das Profil der Abrundung der Kanten an den achteckigen Arcadenpfeilern des Langhauses, die Blenden an Wandflächen des Thurmes sowie das Thürmchen auf dem Ostgiebel des Langhauses; im Anschlufs an St. Johannes sind wohl die Strebepfeiler des Chors ausgebildet. Ueber die Hallenform des Thurmes ist bereits im vorigen Abschnitt (Johanneskirche in Stargard) berichtet.

Im übrigen ist noch folgendes anzuführen. Die Strebepfeiler treten im Chore mit einem Drittel ihrer Tiefe nach dem Innern

1) Das Innere der Kirche ist neuerdings ausgebaut, leider, wie von zuverlässiger Seite berichtet wird, nicht mit Glück.

1) Gefällige Mittheilung von Hrn. Prof. Lemcke in Stettin.

herein und bilden flache, durch Gurtbögen überspannte Nischen, die den durch die nicht erheblichen Höhenabmessungen hervorgerufenen Eindruck des Breitgelagerten verstärken. Das Mittelschiff des Langhauses und der Chor, dessen Gewölbeanordnung durch beistehende Abbildung 13 veranschaulicht wird, sind mit reicherem Sterngewölbe bedeckt; die Rippen, kleeblattförmigen Querschnitts, sind hier und da mit Wulststeinen geknotet. Abweichend von dem üblichen Typus sind die Arcadenbögen des Langhauses in Höhe des Kämpfers theilweise ausgekragt, während sie sich gewöhnlich ganz aus dem Pfeilerkern herauslösen.

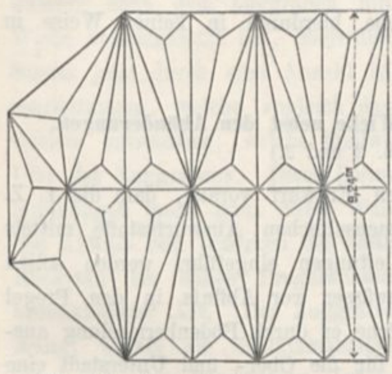


Abb. 13. Gewölbegliederung des Chores der Pfarrkirche in Freienwalde.

7. Stadtkirche in Massow bei Stargard.

Bei im wesentlichen gleichem Planschema wie bei der vorigen Kirche zeigt der Innenraum gedrückte Verhältnisse, die durch die Plumpheit der Achteckpfeiler hervorgerufen werden. Diese haben von dem Chore der Marienkirche in Stargard die Profilirung der Kanten entlehnt (Abb. 14). Die abgestuften Strebepfeiler des Chors treten wie in Freienwalde, so auch hier etwas in den Innenraum; auch die Form der Gewölbe stimmt mit der dieses Bauwerks überein.

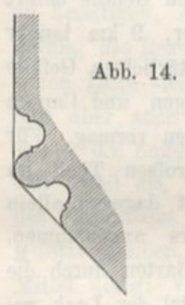


Abb. 14. Eckgliederung der Pfeiler in der Pfarrkirche in Massow.

8. Katharinenkirche in Golnow.

Von diesem gegen Ende des Mittelalters errichteten, auffallend unregelmäfsig angelegten Bauwerke ist interessanter nur der quadratische Thurm, bis zu dessen Westseite die Seitenschiffe später verlängert wurden. Ihm fehlt gegenwärtig die schlanke Spitze, welche die Lubinsche Karte darstellt. Das Hauptportal ist aus tiefgekehlten, zwei Schichten hohen Terracotten eingefafst, welche abwechselnd schwarz glasirt und roth unglasirt gehalten sind.

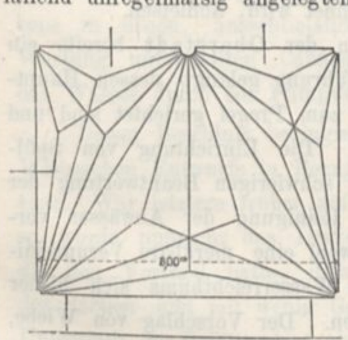


Abb. 15. Gewölbeanordnung einer Capelle der Katharinenkirche in Golnow.

Der Marienkirche in Stargard verwandt ist die Gewölbedecke einer Capelle auf der Südseite (Abb. 15), welche aus reicher ausgebildeten dreikappigen Kreuzgewölben besteht, wie sie ähnlich dort im Chorumgange auftreten.

9. Stadtkirche in Pölitz bei Stettin.

An der Südseite dieses unbedeutenden Bauwerks ist eine kleine Capelle mit gefällig gegliedertem Giebel angebaut, von der ein Fries (mit schwarzer Glasur) in Abb. 16 dargestellt ist. Das in Abb. 17 gezeichnete Profil des Thurmportales und die lisenenartigen Strebepfeiler an dem übrigens ungewölbten Langhause lassen als Bauzeit frühestens die zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts vermuthen.

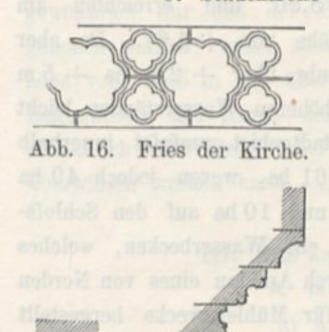


Abb. 16. Fries der Kirche.

Abb. 17. Profil des Thurmportals der Kirche in Pölitz.

10. Dorfkirche in Zarben bei Treptow a. R.

Obwohl unbedeutend wegen der geringen Abmessungen — die Breite des Mittelschiffes beträgt nur 2,9 m — und in Bezug auf die Ausführung ist dieses Bauwerk wegen der für eine Dorfkirche immerhin aufwandsvollen Plananlage interessant (Abb. 18). Wie an der Marienkirche in Stargard sind die

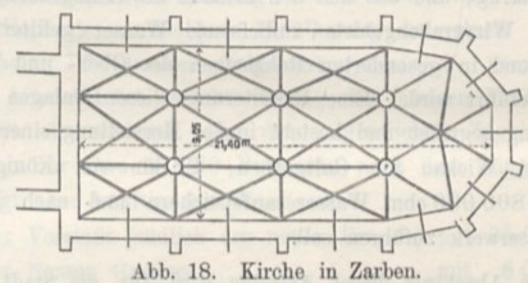


Abb. 18. Kirche in Zarben.

Ecken der Pfeiler durch Rundstäbe gebrochen; Gurtbögen fehlen eigenartigerweise gänzlich, sie sind durch einfache Rippen ersetzt. Beachtenswerth ist die Ueberdeckung des nach fünf Seiten des Zehnecks angelegten Chorschlusses mit dreikappigen Kreuzgewölben, die im Grundrisse nach der Form eines Sechsecks aneinander gereiht sind.

Die Kirche dürfte erst im 16. Jahrhundert erbaut sein. Aber auch die Vollendung nehrerer der oben vorgeführten Bauwerke könnte wohl noch bis in das Jahrhundert der Reformation reichen, wo im östlichen Deutschland die kirchliche Bauthätigkeit keineswegs ins Stocken gerieth.

H. Lutsch.

Ueber die Entwässerung der Stadt Königsberg in Pr.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 11 bis 13 im Atlas.)

I. Einleitung.

Die Stadt Königsberg liegt eine Meile oberhalb der Einmündung des Pregels in das Frische Haff an der Vereinigung des neuen und alten Pregels und breitet sich in dem Flufsthale selbst sowie an dem steilen, etwa 10 m hohen Hange des Nordufers und auf der Höhe aus, wobei die Höhenunterschiede in den Strafsen sich bis auf 26 m steigern. Innerhalb der Stadt stehen die Pregelarme nochmals mit einander in Verbindung, und aufserdem bestand bis vor kurzem südlich des alten Pregels ein Flufsarm, der sogen. Zuggraben, nach welchem ein

Stadtgebiet von 83 ha Gröfse entwässerte. Die Wasserstände des Pregels betragen an dem Königsberger Pegel, dessen Nullpunkt 2,33 m unter Normal-Null liegt,

bei N.-W. + 1,40,
bei M.-W. + 2,40,
bei gewöhnlichem H.-W. + 3,50 und erreichten am 3. November 1801 die gröfste Höhe von + 4,67. Da aber ausgedehnte Flächen der Stadt wenig über + 2,8 bis + 5 m am Pegel liegen, so treten bei höheren Wasserständen leicht Ueberschwemmungen ein. Das Stadtgebiet umfafst innerhalb der Umwallung eine Fläche von 561 ha, wovon jedoch 40 ha auf die Wasserfläche des Pregels und 10 ha auf den Schlofsteich entfallen. Letzterer bildet ein Wasserbecken, welches von dem Deutschen Ritterorden durch Aufstau eines von Norden dem Pregel zufliefsenden Baches für Mühlenzwecke hergestellt wurde. Der Staudamm dieses Teiches ist später, als der Grofse Kurfürst nach Aufhebung des Edicts von Nantes den französischen Flüchtlingen in Königsberg eine Zufluchtstätte gewährte, zur „Französischen" Strafse ausgebaut worden und bildet die Grenze zwischen der Oberstadt mit einer Höhenlage über + 16 m am Pegel und der Unterstadt. Aufserhalb der Festungswerke, südwestlich der Stadt, gehört zu derselben noch ein 51 ha umfassender, „Nasser Garten" genannter Stadttheil.

Die Wasserversorgung der Stadt geschieht durch die städtischen Wasserwerke in Hardershof, 2 km nördlich der Stadt, woselbst das von einer Grundwasserleitung, dem Aufschlufscanal bei Dammkrug, und das aus den Teichen des Landgrabengebiets und des Wirrgrabengebiets zufliefsende Wasser gefiltert, gesammelt und in gesonderten Rohrnetzen der Ober- und Unterstadt zugeführt wird. Eine Erweiterung dieser Anlagen ist in Ausführung begriffen und besteht in der Herstellung einer Thalsperre bei Wiekau am Galtgarben, 28 km von Königsberg, welche 1 800 000 cbm Wasser aufspeichern und nach Bedarf dem Wasserwerk zuführen soll.

Nach Abschlufs dieser Arbeiten wird für die Stadt unter den ungünstigsten Annahmen eine Wassermenge von täglich mindestens 13 400 cbm zur Verfügung stehen. Daneben wird noch Wasser aus alten Leitungen entnommen, welche von dem nördlich der Stadt belegenen Oberteiche gespeist werden; aufserdem dienen zur Versorgung verschiedene Privatbrunnen und der Pregel. Abb. 1 (Bl. 11) gewährt eine Uebersicht über das für Wasserversorgungszwecke in Anspruch genommene Gelände.

Da die Festungsgräben Zuflüsse von aufserhalb der Stadt abhalten, so kommt für die Entwässerung der Stadt nur das auf das Stadtgebiet fallende Niederschlagswasser und das in den Haushaltungen verunreinigte Wasser in Frage. Der Abflufs erfolgte bis vor wenigen Jahren und erfolgt in gewissem Umfange auch noch jetzt theils oberirdisch in offenen Rinnsteinen, theils in verzweigten hölzernen Leitungen nach dem Pregel bezw. dem Zuggraben hin, wobei das in den Haushaltungen verunreinigte Wasser vielfach mit festen Küchenresten auf die Strafse und von da in den Stromlauf gelangt. Mit dem zunehmenden Anschlufs der Grundstücke an die städtische Wasserleitung traten die bisherigen Mängel dieser Entwässerung so lebhaft zu Tage, dafs die städtischen Körperschaften im Jahre 1879 den Geheimen Ober-Baurath a. D. E. Wiebe mit der Ausarbeitung eines Vorentwurfes für die Entwässerung und Reinigung der Stadt betrauten, welche Aufgabe in mustergültiger Weise gelöst worden ist.*) Wenn der Entwurf theilweise noch nicht zur Ausführung gelangt ist, bezw. infolge genauerer Erforschung der örtlichen Verhältnisse bei der Verwirklichung Abweichungen erfahren mufste, so wird die verdienstvolle Arbeit von Wiebe hierdurch in keiner Weise in ihrem Werthe geschmälert.

II. Der Entwurf von Wiebe nebst den Abänderungen.
(Abb. 2 und 3.)

Wiebe setzt für seinen Entwurf voraus, dafs die z. Z. durch Abfuhr beseitigten menschlichen Auswurfsstoffe mittels Spülabtritte in die Strafsenleitungen eingeführt werden sollen und dafs die gesamten Abwässer vor Abflufs in den Pregel der Reinigung bedürfen, welche er durch Bodenberieselung ausführen will. Hiernach ist für die Ober- und Unterstadt eine gesonderte Entwässerung in Vorschlag gebracht worden. Aus der Oberstadt sollen sämtliche Abwässer, Regenwasser, Hauswasser und Inhalt der Spülabtritte, in gemeinsamen Strafsenleitungen einem am Südrande derselben anzulegenden Abfangecanal zugeführt werden, dessen Höhenlage und Gefälle derart ermittelt worden sind, dafs ein anschliefsender, 9 km langer sogen. Vorfluthcanal die Abwässer mit natürlichem Gefälle den in der Nähe des Frischen Haffes bei Margen und Caporn in Aussicht genommenen Rieselfeldern zuzuführen vermag. Für die Unterstadt, welche wie erwähnt zum grofsen Theil im Ueberschwemmungsgebiet des Pregels liegt, ist dagegen allein die unterirdische Abführung des Hauswassers angenommen, welches in einem langen, von dem Nassen Garten durch die Vorstadt, den Kneiphof und das Speicherviertel der Laak geführten, den Pregel zweimal kreuzenden Sammelcanal einer Pumpstation auf der Laak zufliefsen und in den Abfangecanal gehoben werden soll. Das Regenwasser aber soll zur Vermeidung von Hebungskosten von den Canälen ausgeschlossen bleiben und oberirdisch nach dem Pregel und dem Zuggraben, dessen Beibehaltung für die Schiffahrt und zur Hochwasserabführung als nothwendig bezeichnet wird, abfliefsen.

Nach diesem Plane ist in der Oberstadt bereits ein ausgedehntes Canalnetz zur Ausführung gelangt, dessen Hauptsammler annähernd rechtwinklig zum Pregel gerichtet sind und vorläufig in denselben münden. Die Einrichtung von Spülabtritten ist jedoch wegen der schwierigen Beantwortung der Frage über die zweckmäfsigste Reinigung der Abwässer vorläufig noch nicht gestattet, wiewohl eine merkbare Verunreinigung des Pregels wegen seines Wasserreichthums sich bisher noch nicht hat nachweisen lassen. Der Vorschlag von Wiebe, Rieselfelder zur Reinigung des Canalwassers einzurichten, ist unzweifelhaft geeignet, diese Reinigung in möglichst vollkommener Weise zu bewirken. In Erwägung jedoch der hohen Anlagekosten von etwa 3 000 000 ℳ für den Vorfluthcanal und die Einrichtung der Rieselfelder, für welche nur ein Gelände von zweifelhafter Beschaffenheit mit hohem Grundwasserstande und theilweisem Rückstau des Frischen Haffes zur Verfügung steht, wird man sich zu dieser Anlage voraussichtlich erst im äufsersten Nothfalle entschliefsen. Die Ausführung der Canäle braucht durch diese Frage nicht aufgehalten zu werden, da der Inhalt derselben jederzeit durch nachträgliche Anlage

*) Genereller Entwurf für die Reinigung und Entwässerung der Königlichen Haupt- und Residenzstadt Königsberg von E. Wiebe, Berlin Ernst u. Korn 1880.

des Abfangecanals den Rieselfeldern oder einer Reinigungsanlage in der Nähe der Stadt zugeführt werden kann.

In der Unterstadt hat der Entwurf von Wiebe eine wesentliche Abänderung erfahren. Die Zuführung des Regenwassers nach dem Zuggraben hin erfolgt nämlich nicht, wie Wiebe vorausgesetzt hat, oberirdisch durch Rinnsteine, sondern bereits jetzt durch eine Anzahl hölzerner Drummen und Thonrohrleitungen, welche zugleich das Hauswasser aufnehmen und Gebiete entwässern, welche theilweise niedriger liegen als die Ufer des Zuggrabens. Diese Leitungen befinden sich mit ihren Mündungen meist ganz unter Wasser, haben einen ungenügenden Abflufs und bewirken bei heftigen Regenfällen, sowie durch Rückstau bei hohen Pregelwasserständen Ueberschwemmungen bedenklichster Art. Der Zuggraben selbst hat fast keine Strömung, sodafs die Schlammablagerungen in demselben, trotz ihrer zeitweisen Beseitigung, Jahrhunderte hindurch zu den berechtigtsten Klagen Anlafs gegeben haben.

Diesen gesundheitlich nicht zu duldenden Zuständen mufste unbedingt ein Ende gemacht werden. Es war für diesen Zweck jedoch nicht angängig, die vorhandenen Leitungen ohne weiteres zu beseitigen, da natürliches Gefälle für die oberirdische Ableitung des Regenwassers nicht vorhanden und vor allem bei der tiefen Lage vieler Höfe überhaupt nicht herzustellen war. Wäre dies aber auch möglich gewesen, so würden die mit dem Bestehen des Zuggrabens verknüpften Uebelstände nicht verschwinden, weil die tiefen Theile der Unterstadt durch Vermittlung des Zuggrabens immer dem Einflusse des Pregelrückstaues ausgesetzt bleiben. Diesen Zuständen gegenüber bleibt nur ein Mittel übrig: vollständige Beseitigung des Zuggrabens und Behandlung der Unterstadt als Polder, dessen Wasseransammlungen durch ein Pumpwerk dem Pregel zugeführt werden.

Von den städtischen Körperschaften wurde daher der Vorschlag des Stadtbauraths Frühling angenommen, den Zuggraben durch einen tiefliegenden, an beiden Enden geschlossenen Canal zu ersetzen, die Regenwasserabführung im Gebiet des Zuggrabens in neuen, ausschliefslich der städtischen Aufsicht und Wartung unterstellten Canälen unterirdisch zu bewirken und das Wasser durch ein Pumpwerk in den Pregel zu fördern.

Dieser Beschlufs bedingte eine wesentliche Aenderung des Wiebeschen Entwurfs in Bezug auf die Lage der Pumpstation. War letztere früher auf dem rechten Ufer angenommen, so wurde nunmehr das linke Ufer gewählt, eine Anordnung, die den Vortheil hatte, dafs durch die Entwässerungscanäle des flachen und mit wenig Gefälle ausgestatteten Geländes der Unterstadt der Gefällverlust eines den Pregel kreuzenden Dükers erspart werden konnte. Auch wurden diese Canäle wesentlich kürzer und konnten schon aus diesem Grunde mehr Gefälle bezw. eine gröfsere Tiefenlage erhalten. Die von Wiebe für die Beibehaltung des Zuggrabens angeführten Gründe haben thatsächlich nicht diejenige Bedeutung, um die in gesundheitlicher Hinsicht zu erreichenden Vortheile aufzugeben.

Für das Canalnetz der Unterstadt wurde in Erwägung der örtlichen Verhältnisse beschlossen, innerhalb des 83 ha umfassenden Zuggrabengebiets gemeinsame Regen- und Hauswasserleitungen auszuführen, dagegen in denjenigen Strafsen der Unterstadt, deren Lage eine leichte Abführung des Regenwassers nach dem Pregel gestattet, nur das Hauswasser in das Canalnetz aufzunehmen. Die das Haus- und Regenwasser fördernde Pumpstation sollte am unteren Ende des Zuggrabens errichtet werden. Durch diese Anordnung wird der Zuggrabencanal Hauptsammelcanal der Unterstadt, in welchen die anderen Sammelcanäle von dem Nassen Garten, der Vorstadt, der Lomse und dem Kneiphofe münden. In den Abfangecanal soll mittels einer den Pregel kreuzenden Druckleitung gewöhnlich nur das der Pumpstation zufliefsende Hauswasser gehoben werden, wobei einschliefslich der Verluste eine Druckhöhe von 15,5 m zu überwinden ist, während bei stärkeren Regenfällen das durch den Regen verdünnte Hauswasser unbedenklich dem Pregel bei einer mittleren Hubhöhe von 2 m überwiesen werden kann.

III. Die ausgeführten Anlagen.

A. In der Unterstadt.

a) Allgemeines.

Der 2 m hohe Zuggrabencanal (vergl. Abb. 6) hat einen Querschnitt von 3,15 qm erhalten, welcher sich aus einer Eiform und einem Halbkreise zusammensetzt; derselbe bildet bei 770 m Länge einen Behälter von 2425 cbm Inhalt. Die Doppelgestalt hat den Zweck, in der unteren Eiform von 0,60 m Höhe und 0,60 m gröfster Breite die geringe Hauswassermenge zur Vermeidung von Ablagerungen zusammenzuhalten, während der obere Theil zur Aufnahme des Regenwassers dient. Das Sohlengefälle des Canals ist zu 1 : 1200 angenommen, wogegen das Sohlengefälle der anschliefsenden Sammelcanäle zwischen 1 : 400 bis 1 : 1000 beträgt. Die dem Zuggrabencanal zufliefsende Hauswassermenge ist zu 150 Liter für den Tag und Kopf der antheiligen Bevölkerung bei einem Verbrauch innerhalb 16 Stunden festgesetzt, sodafs die Stundensumme 9,38 Liter beträgt, welcher Betrag den jetzigen Verbrauch um 50 pCt. überschreitet. In dem eigentlichen Zuggrabengebiet wohnen nur etwa 17 000 Personen, nach dem Zuggrabencanal gelangt aber künftig das Wasser

1. der Vorstadt (südlich des neuen Pregels)	mit	35 000 Einw.,
2. des Nassen Gartens	mit	6 000 Einw.,
3. des Kneiphofes zwischen den Pregelarmen	mit	6 000 Einw.,
4. der Lomse „ „ „	mit	3 000 Einw.,
zusammen	mit	50 000 Einw.

Bei diesen Annahmen ist die bei der Volkszählung vom 1. December 1885 ermittelte Bevölkerung der genannten Bezirke mit 20 pCt. Zuwachs in Rechnung gestellt. Die abzuführende Wassermenge beträgt hiernach

$$50\,000 \cdot \frac{0{,}150}{16} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{60} = 0{,}13 \text{ cbm.}$$

Das Abführungsvermögen des eiförmigen Theiles des Zuggrabencanals genügt einer Wassermenge von 0,188 cbm, welche einer Einwohnerzahl von 72 000 Personen entspricht.

Von dem Stadtbezirk der Unterstadt nördlich des Pregels mit einer gegenwärtigen Bevölkerung von 37 000 Einwohnern und einer angenommenen späteren Bevölkerung von 50 000 Personen, werden die Abwässer, also ebenfalls 0,13 cbm, unmittelbar dem am Westende des Zuggrabencanals angeordneten Sandfange und somit unmittelbar den Pumpen zugeführt.

Für die Regenwassermenge kommt nur das eigentliche Zuggrabengebiet mit 83 ha Fläche in Anrechnung. Heftige Regenfälle sind besonders in den Sommermonaten in Königsberg nicht selten und aus den vorhandenen Beobachtungen geht hervor, dafs am 16. Juni 1864 innerhalb 45 Minuten sogar ein

Niederschlag von 55 mm oder 203 Liter in der Secunde auf 1 ha stattfand. Mit Rücksicht auf die Seltenheit derartig starker Niederschläge, ihre meist kürzere Dauer und strichweise Ausbreitung über Theile des Stadtgebietes erschien es zulässig, unter dieses höchste Mafs hinunterzugehen, um die Anlage nicht unnöthig zu vertheuern und für gewöhnliche Verhältnisse brauchbare Leitungen zu besitzen. Es ist deshalb eine Abflufsmenge von 40 Liter für 1 ha und 1 Secunde gleich einem Drittel einer stündlichen Regenhöhe von 43,2 mm der Berechnung der Hauptsammler zu Grunde gelegt, und nur für kleinere Gebiete mit geringer Verästelung der Leitungen sind 60 Liter angenommen. Abzüglich eines unmittelbar nach dem Sandfange entwässernden Gebietes von 3,7 ha beträgt sonach die von dem Zuggrabencanal abzuführende Regenwassermenge

$$(83 - 3,7) \cdot \frac{40}{1000} = 3,17 \text{ cbm in der Secunde.}$$

Hierzu kommt die Hauswassermenge mit 0,13 cbm, sodafs der Zuggrabencanal im ganzen 3,30 cbm abzuleiten hat. Um dies zu vermögen, müfste die Pumpenanlage diese durch den Zuggrabencanal zugeführte und die dem Sandfang unmittelbar zufliefsende Wassermenge, also

an Hauswasser 0,26 cbm,

an Regenwasser $\frac{83 \cdot 40}{1000} = 3,32$ cbm,

zusammen 3,58 cbm

fördern können. Wenn man indes in Erwägung zieht, dafs der Zuggrabencanal für gewöhnlich nahezu leer gepumpt ist und einen Behälter bildet, nach dessen Füllung erst ein schädlicher Rückstau eintreten kann, so erscheint eine geringere Maschinenkraft ausreichend. Wählt man letztere z. B. derartig, dafs dieselbe einem stündlichen Regenabflufs von 6 mm oder 16,7 Liter für 1 ha und 1 Secunde entspricht, also die Pumpen

eine Regenwassermenge von $\frac{83 \cdot 16,7}{1000} = 1,38$ cbm,

und eine Hauswassermenge von 0,26 cbm,

zusammen 1,64 cbm

zu fördern vermögen, so würde bei 3,58 cbm Zuflufs der Zuggrabencanal und der Sandfang mit zusammen 2582 cbm Inhalt nach einer Zeitdauer von

$$\frac{2582}{(3,58 - 1,64) \cdot 60} = 22 \text{ Minuten}$$

gefüllt sein oder der Wasserstand im Sandfange + 1,50 m betragen. Da aufserdem bis zur Füllung der Seitenleitungen ebenfalls einige Zeit verstreicht, so darf man annehmen, dafs die Maschinenanlage, welche vorläufig auf obigen Regenabflufs von 16,7 Liter thatsächlich eingerichtet ist, einem Zuflufs von 3,58 cbm in der Secunde 30 Minuten standhalten wird. Sollte der Regenfall eine längere Dauer haben, der Wasserstand über + 1,50 m steigen, so wird sich auch die Hubhöhe der gewählten Kreiselpumpen mindern, infolge dessen die Fördermenge zunehmen und ungünstigenfalls das Binnenwasser zur Höhe des Aufsenwassers ansteigen, worauf das Nothschütz gezogen werden kann. Erfahrungsmäfsig pflegen die heftigen Regenfälle mit niedrigen Pregelwasserständen zusammenzufallen, sodafs ein mäfsiges Steigen des Wassers über + 1,50 m der Kellerentwässerung in dem betheiligten Stadtgebiet noch nicht nachtheilig wird. Behufs Vorbeugung und für den Fall einer Erweiterung der unterirdischen Regenwasserabführung in der Unterstadt ist jedoch auf eine Vergröfserung der Pumpenanlage bis zur Verdoppelung der Regenwasserpumpen von vornherein Rücksicht genommen; sollte aufserdem eine Erweiterung des Zuggrabencanals nothwendig werden, so läfst sich diese durch Herstellung einer Nebenleitung bei der vorhandenen Breite des Strafsenzuges unschwer ausführen.

Das Stadtgebiet südlich des Pregels hatte, wie erwähnt, vorwiegend durch Ueberschwemmungen von dem Zuggraben her zu leiden, während das Pregelufer mit Ausnahme weniger Stellen den höchsten bekannten Wasserstand überragt. Um auch hier jede Möglichkeit des Eintritts von Pregelwasser zu verhindern, ist die Aufhöhung der letzterwähnten Uferstellen in Aussicht genommen.

b) Der Zuggrabencanal (Abb. 4, 5, 6).

Der Zuggrabencanal ist nicht in das eigentliche Zuggrabenbett hineingelegt, sondern daneben angeordnet, um den Wasserabflufs während des Baues nicht zu erschweren. Die Sohle des unteren Querschnitttheils ist an der tiefsten Stelle auf — 0,60 m angenommen und steigt mit einem Sohlengefälle von 1 : 1200 an. Die Ausführung des im Frühjahr 1886 begonnenen Canals ist vorläufig nur in 300 m Länge erfolgt, da infolge eingetretener Risse eine Weiterführung in der bisherigen Art unterblieb. Im Hinblick auf den ungünstigen Baugrund war nämlich eine Pfahlrostgründung für den Canal zwar in Erwägung gezogen, jedoch im Hinblick auf den Kostenpunkt einer Schwellrostgründung der Vorzug gegeben, zumal in der Nähe befindliche, mehrstöckige Gebäude ebenfalls nur auf Schwellrost stehen. Thatsächlich sind aber in dem der Bauausführung folgenden Winter streckenweise Formänderungen und Risse eingetreten, welche die städtischen Körperschaften veranlafsten, zumal daneben mit den Unternehmern Meinungsverschiedenheiten über den Vertrag entstanden waren, den Bau vorläufig einzustellen und über die Zweckmäfsigkeit der gewählten Bauweise und etwaige Abänderungen Erhebungen zu veranlassen. Diese Erhebungen haben jedoch einwandfreie Anhaltspunkte für die Sache in wünschenswerthem Umfange nicht geliefert, dagegen sind die ausführlichen theoretischen Ermittlungen der Bauverwaltung durch zahlreiche Versuche an Probekörpern im Mafsstabe 1 : 5 bestätigt worden und haben ergeben, dafs die Beibehaltung der gewählten Abmessungen und der Gründungsart zulässig und mit Rücksicht auf die Kosten empfehlenswerth ist, sobald eine angemessene Verankerung des oberen Gewölbes erfolgt und demselben Gelegenheit gegeben wird, etwa durch vorläufige Belassung zweier Fugen, sich unabhängig von der Canalsohle zu setzen. In der ausgeführten Canalstrecke sind aus diesem Grunde in 2,5 bis 3 m Entfernung in Oberkante des Eiprofils wagerechte Anker nachträglich eingelegt und die Risse beseitigt worden, nach welchen Arbeiten der Canal dauernd in Betrieb geblieben ist und zu Ausstellungen in keiner Weise Veranlassung gegeben hat. Ob die Weiterführung in der beschriebenen Art oder, wie von der Bauverwaltung in zweiter Linie ebenfalls vorgeschlagen ist, nach Monierscher Bauweise erfolgen wird, unterliegt noch der endgültigen Beschlufsfassung, die von anderen als rein technischen Erwägungen abhängig ist. Inzwischen ist der Zuggraben durch eine flachliegende Leitung aus Holz- bezw. Thonröhren ersetzt und verschüttet worden, wodurch wenigstens die schlimmsten Zustände beseitigt sind. Die Kosten auf der ausgeführten Strecke haben für 1 m Baulänge betragen:

1. für Herstellung der 5 m breiten Baugrube einschl. Absteifung und Wasserhaltung ohne Verfüllen 36 ℳ 56 Pf.,
2. für den Rost und die Spundwände (9,95 + 8 + 17 =) . . . . 34 ℳ 95 Pf.,
3. für den Stampfbeton: 1 Theil Cement, 3 Theile Grand, 6 Theile Kies bezw. Steinschlag, 3,70 cbm Masse, ... 102 ℳ 40 Pf.

zusammen 173 ℳ 91 Pf.

c) Der Sandfang und Nothauslafs (Abb. 5, 7, 12, 14 u. 18).

Der Zuggrabencanal mündet in einen Sandfang, einen 10 m weiten, aus Ziegelmauerwerk auf Betongründung hergestellten Brunnen, in dessen Mitte sich ein 1 m weiter kreisrunder Schacht von zwei Stein Wandstärke befindet, welcher vornehmlich den Trägern der Abdeckung als Auflager dient (Abb. 14). Da der Sandfang in die öffentliche Strafse, den Philosophendamm, etwa 3 m hineinreicht, so ist für den Fufsgängerverkehr für diesen Theil die Abdeckung aus Asphalt auf Betonunterlage, welche von I-Trägern und dazwischen gelegten Ziegelsteinen gestützt wird, ausgeführt. Im übrigen besteht die Abdeckung aus einem 8 cm starken Bohlenbelage, in welchem sich Einsteigeöffnungen befinden, mittels welcher auf Steigeeisen an dem Mauerwerk des mittleren Schachtes ein Hinabsteigen in den Sandfang, dessen Abdeckung auf + 4,75 und dessen Sohle auf — 1 m liegt, möglich ist. Der Sandfang wird durch ein senkrechtes, über den höchsten Binnenwasserstand reichendes bewegliches Gitter getheilt, sodafs die auf der einen Seite liegenden Mündungen des Zuggrabencanals und der unmittelbar anschliefsenden Leitungen von den auf der anderen Seite befindlichen Saugern der Pumpen und dem anschliefsenden Nothauslafs getrennt sind und schwimmende Stoffe aller Art von dieser Seite fern gehalten werden. An den Sandfang schliefst der rund 150 m lange Nothauslafscanal, welcher aus Stampfbeton auf Schwellrost und, in der Form dem Zuggrabencanal mit Ausschlufs des unteren Theiles ähnlich, mit 2,8 qm Querschnitt hergestellt ist, in Höhe von + 1,40 m an (Abb. 7). Der Abschlufs gegen den Sandfang erfolgt durch ein senkrecht mittels Schraubenspindel zu bewegendes, durch Gegengewicht belastetes Schütz in besonderer besteigbarer Kammer, während das auf Pfahlrost gegründete Mündungshaupt an dem sogen. Kielgraben, dem untersten offen gelassenen Theil des Zuggrabens, behufs Abschlufs bei Ausbesserungen doppelte Dammbalkenfalze aufweist. Kurz unterhalb des Sandfanges münden in den Nothauslafs, dessen Sohle an dieser Stelle vertieft ist, unter dem bekannten niedrigsten Wasserstande des Pregels die Druckrohre der Regenwasserpumpen und ein Abzweig von dem gemeinsamen Druckrohr der Hauswasserpumpen. Abb. 14 zeigt den Grundrifs des Sandfanges und Abb. 18 einen Querschnitt desselben. Die Ausführung ist für Sandfang und Nothschütz den Anlagen bei der Berliner Canalisation nachgebildet;*) abweichend dürfte nur die Herstellung der Dichtungsflächen an dem Nothschütz sein, wofür hier Weifsmetall gewählt ist (Abb. 12). In Abb. 4 ist der Höhenplan des Sandfanges und der Nothauslasser nebst dem Mündungshaupt dargestellt.

Die Kosten für den Sandfang und die Nothschützkammer haben betragen:

1. für Erdarbeit 867 cbm zu 2 ℳ . . 1734 ℳ — Pf.,
2. für Spundwände 328,5 m zu 13 ℳ . 4270 ℳ 50 Pf.,
3. für Gründungs-Betonmauerwerk (1:4:8) 128,83 cbm zu je 21 ℳ 50 Pf. . . 2769 ℳ 85 Pf.,
4. für das aufgehende Ziegel-Mauerwerk 1 cbm zu je 32 ℳ . . . . rund 7714 ℳ — Pf.,
5. für das Gitter und Nothschütz rund 4700 ℳ — Pf.,
6. für die Abdeckung einschl. Granitschwellen . . . . rund 1820 ℳ — Pf.,
7. für Nebenarbeiten . . . . . . 991 ℳ 65 Pf.,

zusammen 24000 ℳ — Pf.

Die Kosten für den Nothauslafs beziffern sich für 1 m Baulänge auf:

1. Erdarbeit und Absteifung, ohne Verfüllen der Baugrube 26 ℳ 06 Pf.
2. Schwellrost. . . . . 22 ℳ 47 Pf.,
3. Stampfbeton 3,20 cbm . . . . . . 85 ℳ — Pf.,

zusammen 133 ℳ 53 Pf.

Das Mündungshaupt kostet im ganzen rund 7500 ℳ.

d) Die Pumpstation (Abb. 14, 15 u. 17 bis 20).

α) Die bauliche Anlage.

Das Maschinenhaus ist behufs Ersparnifs an Grunderwerbskosten in dem alten Zuggrabenbett nördlich von dem Sandfange angeordnet und auf 12 m tiefen Pfahlrost gegründet worden. Dasselbe besteht aus dem Maschinenraume mit anschliefsender Werkstätte, dessen Fufsboden 2 m unter dem Gelände liegt, und den Beamtenwohnungen. Diese tiefe, durch Rücksichten auf den Betrieb bedingte Lage des Maschinenraumes verlangte einen sorgfältigen Abschlufs gegen Grundfeuchtigkeit, weshalb neben einer umfassenden Drainage mit Vorfluth nach dem Zuggrabencanal die Umfassungsmauern mit Luft- und Asphaltschichten ausgeführt, sowie unter Strafsenhöhe mit einem äufseren Asphaltanstrich versehen sind (Abb. 20). Das Aeufsere des Gebäudes ist in entsprechender Gliederung unter mäfsiger Verwendung von Formsteinen als naturfarbener Ziegelbau ausgebildet (Abb. 15). Das Dach ist mit englischem Schiefer auf Schalung eingedeckt und mit Firstgittern und Wetterfahnen geschmückt. Von dem Hausflur im Erdgeschofs ist die im letzteren angeordnete, aus zwei Stuben und einer Küche mit Gaskochherd bestehende Wohnung für einen verheiratheten Maschinisten, sowie mittels schmiedeeiserner, mit hölzernen Trittstufen versehener Treppe die im Dachgeschofs befindliche Stube und Kammer für einen zweiten Maschinisten und der Dachboden über dem Maschinenraum zugänglich (Abb. 19). Ebenso gelangt man von diesem Hausflur auf schmiedeeiserner Treppe in den Maschinenraum hinab, dessen Abschlufs durch eine eichene Schiebethür mit Kugellagern nach Patent Weikum D.R.-P. 36501 bewirkt ist. Die Umfassungswände des 9,50 m breiten, 14,02 m langen und 5,38 m hohen Maschinenraumes, welche eine Anzahl Wellenlager und andere Maschinentheile tragen, sind zu diesem Zwecke in reinem Cementmörtel aufgemauert, haben im übrigen bis zu 2 m Höhe einen Cementputz und darüber einen hellen Oelfarbenanstrich auf Kalkputz erhalten. Der Fufsboden zwischen den auf Pfahlrost gegründeten Maschinen ist mit Mettlacher Fliesen auf Betonunterlage abgedeckt, während die gehobelten Schalbretter der Decke durch Leisten getheilt und naturfarben gebeizt sind. Der Raum erhält durch je vier grofse Fenster

*) Hobrecht, Die Canalisation von Berlin, Berlin Ernst u. Korn. Tafel 9.

in der Nord- und Südwand ausreichende Beleuchtung und wird bei fehlender Tagesbeleuchtung durch zwei Wenham-Gaslampen von der Decke und einer Anzahl Gaslampen von den Wänden aus erhellt. Da die Erwärmung bei der getroffenen Wahl von Gasmotoren durch letztere nicht ausreicht, sind Doppelfenster vorgesehen und aufserdem zwei Regulirfüllöfen aufgestellt. An den Maschinenraum schliefst ein Dienstraum für schriftliche Arbeiten des Maschinisten, daneben dessen mittels Gasofen zu erwärmende Werkstätte und der Raum für die Oelvorräthe an. Sämtliche drei Räume liegen unter den Beamtenwohnungen in dem Kellergeschofs, in welchem sich noch eine Abtheilung für Haushaltungszwecke befindet (Abb. 20).

β) Die Maschinenanlage (Abb. 14, 17 u. 18).

Die höchstens zu fördernde Regenwassermenge ist zu 16,67 Liter für 1 ha und 1 Secunde, wie oben näher ausgeführt, festgesetzt und beträgt somit für 83 ha = 1,38 cbm in der Secunde. Soll diese Wassermenge zu jeder Zeit, also auch bei höchstem Sommerwasserstande des Pregels (+ 3,50 m) gehoben werden können, so verbleibt bei dem als zulässig angenommenen Binnenwasserstande von + 1,50 m eine Hubhöhe von 2 m zu überwinden, welche bei Mittelwasser (+ 2,50 m), wie dasselbe im Sommer selten überschritten wird, schon bei einem Binnenwasserstande von + 0,50 m die volle Wirkung der Pumpen zuläfst. Bei der Wahl der Pumpen war auf die Tiefenlage des Maschinenhauses Rücksicht zu nehmen. Bei richtiger Aufstellung von Kolbenpumpen hätte der Fufsboden bis zu einer Tiefe gesenkt werden müssen, bei welcher eine Trockenlegung erhebliche Schwierigkeiten bereitet hätte, während die gewählten Kreiselpumpen, die sich im vorliegenden Falle zur Bewältigung grofser Wassermengen bei geringer Hubhöhe gut eignen, insofern freieren Spielraum bieten, als dieselben heberartig wirken, wenn das Druckrohr, wie geschehen ist, bis unter den niedrigsten Aufsenwasserstand geführt wird. Der Fufsboden ist daher auf + 2,75 m gelegt worden, wobei das Hauptdruckrohr + 4 m erreicht, also die Förderhöhe nicht mehr 2 m, sondern 3,5 m bei 0,5 m Binnenwasserstand beträgt. Sobald jedoch die Kreiselpumpen in Gang gesetzt sind und das Druckrohr gefüllt ist, kommt nur der Unterschied der Wasserstände als Förderhöhe zur Geltung, da man die Sauge- und Druckrohrleitung der Pumpen als ein Heberrohr ansehen kann, in welches die Kreiselpumpe eingeschaltet ist. Für die Regenwasserpumpen, deren zunächst zwei eingerichtet und zwei weitere vorgesehen sind, ist ein Nutzeffect von 65 pCt. der Rechnung zu Grunde gelegt. Bei einer Leistung jedes Motors von 30 Pferdekräften vermag jede Pumpe bei 2 m Förderhöhe

$$\frac{30 \cdot 75 \cdot 0{,}65}{2 \cdot 1000} = 0{,}731 \text{ cbm in der Secunde}$$

zu heben. Nach den Vertragsbedingungen hat die ausführende Maschinenfabrik die Gewähr für eine Leistung der beiden Regenwasserpumpen und einer der noch zu erwähnenden Hauswasserpumpen von zusammen mindestens 1,50 cbm bei 1,90 m und von 2 cbm in der Secunde bei 0,90 m Förderhöhe übernommen.

Die Hauswassermenge mit einem Höchstbetrage von 0,260 cbm ist ebenfalls auf zwei Pumpen vertheilt, welche das Wasser mittels eines gemeinsamen Druckrohres ebensowohl in den Nothauslafs wie in den Pregel unmittelbar fördern können. Nach Einführung des Inhalts der Spülabtritte in die Canäle und Herstellung des bei verlangter Reinigung der Abwässer erforderlichen Abfangecanals wird diese vorläufig 185 m lange Druckleitung den Pregel durchdükern und nach Verlängerung um 915 m bis zu dem Abfangecanal geführt werden. Solange das Hauswasser in den Pregel gepumpt werden kann, bleibt eine Hubhöhe von 3,60 m (± 0 bis + 3,50 + 0,10 m Druckhöhenverlust) zu überwinden, wodurch für eine Pumpe bei 60 pCt. Nutzeffect eine Kraftleistung von

$$N = \frac{3{,}6 \cdot 0{,}13 \cdot 1000}{0{,}60 \cdot 0{,}75} = \text{rund } 10{,}3 \text{ Pferdekräften}$$

erforderlich wird, welche durch eine 12 pferdige Maschine beschafft ist. Zur Förderung des Wassers in den Abfangecanal ist bis zur Sohle eine Höhe von 12,50 m zu überwinden, wozu der Druckhöhenverlust tritt, welcher bei einer 60 cm weiten und 1100 m langen Leitung nach der Formel von Dupuit

$$h = \frac{0{,}00243 \cdot 0{,}26^2 \cdot 1100}{0{,}60^5} = 2{,}34 \text{ m beträgt.}$$

Bei theilweise gefülltem Abfangecanal kann sonach die Förderhöhe sich auf 15,5 m steigern, wofür bei einer Leistung von 0,26 cbm in der Secunde die vorhandene Maschinenkraft nicht ausreicht, sondern einer bereits vorgesehenen Vermehrung bedarf, während bei einer geringeren Fördermenge der Druckhöhenverlust erheblich abnimmt und die vereinigte Wirkung des 12 pferdigen Motors mit einem oder beiden 30 pferdigen Motoren ausreicht, deren Verbindung mit den Pumpen, wie noch näher ausgeführt werden soll, derart bewirkt ist, dafs der Betrieb sich dem jeweiligen Bedürfnifs anpassen kann. Für die Hauswasserpumpen sind ebenfalls Kreiselpumpen und zwar solche mit Rückstauklappen gewählt worden; Kolbenpumpen wären hier vielleicht mehr am Platze gewesen, doch gab der Umstand den Ausschlag, dafs Kreiselpumpen sich durch Gasmotoren leichter betreiben lassen.

Die sämtlichen Pumpen sind an der südlichen Längswand des Maschinenraumes aufgestellt, und zwar stehen in der Richtung von Ost nach West zunächst die beiden Regenwasserpumpen, welche unmittelbar durch Riemenübertragung mit den Motoren verbunden sind. Alsdann folgen die beiden Hauswasserpumpen, welche nebst einer kleinen Speisewasser-Kreiselpumpe an die Hauptwellenleitung angeschlossen sind, deren Betrieb durch Riemenübertragung von den Motoren aus erfolgt. Die doppelten Sauger der Regenwasserpumpen und die einfachen Sauger der Hauswasserpumpen reichen, wie erwähnt, bis in den Sandfang hinein. Zwischen Sandfang und Maschinenhaus waren diese Leitungen anfangs ebenso wie die Druckleitungen in die Erde gelegt; es traten aber, wohl infolge geringfügiger Bewegungen des Sandfanges, Rohrbrüche auf, welche zur Anlage eines Kellers führten, in welchem die Rohre theils an den Deckenträgern aufgehängt, theils durch Böcke von unten gestützt sind, sodafs die Leitungen jederzeit genau untersucht werden können. Das Ablassen des Wassers aus den Saugeröhren erfolgt durch Ventile, welche von dem Sandfang aus geöffnet werden können. Die Regenwasserpumpen haben getrennte Druckleitungen, welche unterhalb des Nothschützes in den Nothauslafs münden. Die Druckleitungen der Hauswasserpumpen vereinigen sich dagegen bereits in dem Maschinenraume zu einer Leitung, welche sich vorläufig bis zum Pregel hin erstreckt, um später unter Umständen bis zu dem Abfangecanal verlängert zu werden. Zur Vermeidung von Betriebsstörungen und um diese Pumpen auch bei Regenwasser einschalten zu können, ist ein Abzweig von

der Druckleitung, mit Schieberverschlüssen an den erforderlichen Stellen, nach dem Nothauslafs vorhanden. Die Pumpen entstammen der Fabrik von **Brodnitz** u. **Seydel** in Berlin. Ihre Füllung erfolgt durch die städtische Wasserleitung und bei Absperrung derselben durch einen im Dachboden angeordneten 3 cbm enthaltenden, nach Patent **Intze** gefertigten Behälter, in welchen das Wasser aus dem Nothauslafs durch eine kleine Kreiselpumpe, mit 5 Liter Leistung in der Secunde geschafft werden kann. Für die Entlüftung der Pumpen dient eine von der kleinen dreipferdigen Antriebsmaschine getriebene Luftpumpe und aushülfsweise eine Körtingsche Wasserstrahlpumpe, für welche die städtische Wasserleitung das nach dem Nothauslafs abfliefsende Betriebswasser liefert. Die Entlüftungsleitungen haben eine gemeinsame Mündung über das Dach hinaus.

Als bewegende Kraft haben Ottosche Gasmaschinen aus der Deutzer Maschinenfabrik Verwendung gefunden. Es ist möglich, dafs sich für die **Hauswasserpumpen** bei dem regelmäfsigen Betriebe derselben eine andere bewegende Kraft ebenso vortheilhaft erwiesen hätte; dagegen konnten für die **Regenwasserpumpen** mit Rücksicht auf das plötzliche Andringen der Regenmassen bei Gewitterregen, die in Königsberg sich ganz besonders bemerkbar machen, nur schnellwirkende Maschinen in Frage kommen. Ueberdies sind die Gaswerke in städtischem Besitz und werden während der Sommermonate, während welcher die meisten Niederschläge fallen, zu Beleuchtungszwecken nur zum kleineren Theile ausgenutzt, sodafs die Selbstkosten des Betriebes sich mindestens nicht höher stellen, als bei guten Dampfmaschinen; dagegen bildet die sofortige Betriebsbereitschaft einer jeden einzelnen Maschine einen unzweifelhaften Vorzug gegenüber der Verwendung von Dampfmaschinen. Auch schien es wünschenswerth, auf die Verbreitung der ohne Rauchbelästigung arbeitenden Gasmaschinen durch eine öffentliche Anlage anregend hinzuwirken. Nachdem die Anlage nunmehr über ein Jahr in Betrieb ist, kann behauptet werden, dafs die Anpassungsfähigkeit an die verschiedensten Zuflufsverhältnisse unter sparsamer Ausnutzung der Maschinen und Pumpen sich durchaus bewährt hat. Von ersteren sind vorhanden zwei je 30pferdige liegende Zwillingsmaschinen, welche beide mit den Regenwasserpumpen unmittelbar verbunden sind und einzeln sowie gemeinsam mit oder ohne Ausschaltung der Pumpen an die Hauptwellenleitung durch Riemenübertragung anschliefsen können.

Ferner ist eine einfache, 12pferdige, liegende Maschine vorhanden, welche mit der Hauptwellenleitung, also nur mittelbar mit den Hauswasserpumpen in Verbindung ist. Diese drei Maschinen sollen zusammen 72 Pferdekräfte entwickeln, die nach Bremsversuchen mit dem Pronyschen Zaun reichlich vorhanden sind. Zum Antriebe dieser Maschinen, welche mit einer an der Nordwand befindlichen Wellenleitung in Verbindung stehen, dient eine 3pferdige stehende Maschine, welche gleichzeitig die Luftpumpe treibt. Die gleichmäfsige **Zuleitung des Gases** wird bei der letzteren durch Einschaltung sogen. **Antifluctuatoren** nach Patent **Schrabetz** ermöglicht. Für die Stichflammen zweigt eine besondere Leitung vor den Maschinen ab. Der Gasverbrauch für die drei Maschinen ist nach dem Vertrage wie folgt gewährleistet:

bei secundlicher Förderung von 1,5 cbm auf 2 m Höhe
in der Stunde 67 cbm Gas,
bei secundlicher Förderung von 0,13 cbm auf 3,6 m Höhe
in der Stunde 11,91 cbm Gas,
bei secundlicher Förderung von 0,13 cbm auf 15,5 m Höhe
in der Stunde 41,6 cbm Gas.

Die **Entnahme der Luft** erfolgt aus dem Maschinenraume, während die **verbrauchten Gase** zunächst in Auspufftöpfe strömen, welche sich in Brunnen aufserhalb des Maschinengebäudes befinden, sich hier abkühlen und dann mittels Rohrleitungen hochgeführt werden. Das erforderliche **Kühlwasser** liefert die städtische Wasserleitung und in Ausnahmefällen der Vorrathsbehälter auf dem Dachboden. Der Abflufs des Wassers erfolgt bei niedrigen Aufsenwasserständen nach dem Nothauslafs und bei höherem Wasser nach dem Sandfange. Behufs **Ersparnifs an Schmiermaterial** sind für die Lager der Schwungradwellen der drei gröfseren Maschinen **Sammelschmierapparate** aufgestellt.

Nach dem Vertrage ist der Oelverbrauch
für die 30pferdige Maschine zu 330 kg,
für die 12pferdige Maschine zu 162,5 kg,
für die 3pferdige Maschine zu 75,0 kg,
jedesmal für je 1000 Betriebsstunden angenommen. Für die Hauptwellenleitung ward anfänglich festes Fett als Schmiermittel vorgesehen, doch zeigte sich hierbei leicht ein Warmlaufen, weshalb ebenfalls jetzt Oel benutzt wird.

Die **Sicherheitseinrichtungen für das Canalnetz** bestehen in Wasserstandszeigern für den Sandfang und den Nothauslafs, welche nach dem Patent Decoudun eingerichtet sind und auf der Verbindung einer kleinen Taucherglocke mit einem Manometer mittels einer engen Kupferröhre beruhen und mit wechselndem Wasserdruck die eingeschlossene Luft mehr oder weniger belasten. Sobald der Wasserstand in dem Sandfang die Höhe + 0,50 m erreicht, wird durch den Manometerzeiger ein Contact hervorgerufen, welcher in dem Maschinenraume sowie in beiden Schlafräumen eine Alarmglocke ertönen läfst zum Zeichen, dafs die Pumpen so lange in Betrieb zu lassen sind, bis der Wasserstand unter diese Höhe gesenkt ist. Kurz vor völliger Entleerung wird ebenfalls ein Glockensignal hörbar. Ein Glockenzeichen bei + 3,60 m Aufsenwasser fordert die Absperrung der Kühlwasserabflufsleitung nach dem Nothauslafs und Oeffnung nach dem Sandfange.

Das Vorhandensein von Kühlwasser in dem Vorrathsbehälter wird in dem Maschinenraum ebenfalls durch einen Decoudunschen Wasserstandszeiger angegeben und die gänzliche Entleerung bezw. Füllung durch Glockenzeichen hörbar gemacht. Ferner finden sich unterhalb der Ausströmungsöffnungen für das Kühlwasser an den Maschinen kleine Hebelapparate, welche durch das auffallende Wasser niedergedrückt werden und bei dem Nachlassen dieses Druckes mittels Contact ein elektrisches Klingelwerk in Bewegung setzen. Diese Glocke hat einen anderen Ton als diejenige, welche die Grenzwasserstände anzeigt; beide sind aber mit den drei Wasserstandszeigern auf einer Holztafel an bequem zugänglicher Stelle des Maschinenraumes vereinigt.

Die **Sicherheit der Maschinen** ist durch das Vorhandensein vollständiger Ersatztheile für die Schieber, Kolbenringe usw. erhöht, auch fehlt es in der Werkstätte nicht an den erforderlichen Werkzeugen.

Behufs **Verhütung von Unfällen** sind die Maschinen mit Gittern umgeben und die Treibriemen an gefährdeten Stellen

mit Schutzblechen versehen, ebenso ist zur gefahrlosen Bedienung der Hauptwellenleitung über den Pumpen ein eiserner Laufsteg angeordnet. Ein Kasten mit Verbandzeug wird bereit gehalten.

Eine kurze Beschreibung der wichtigsten Arbeiten des Maschinisten möge den Betrieb erläutern. Alle Maschinen, Pumpen und Wellenkupplungen sind im Zustande der Ruhe ausgeschaltet; der Wasserstandszeiger möge den Wasserstand des Zuggrabencanals unter ± 0 a. P. angeben und ein langsames Steigen wahrnehmen lassen. Der Maschinist entzündet alsdann die Stichflammen an der 3 pferdigen Antriebsmaschine, dreht mit der Hand das Schwungrad an und öffnet den Kühlwasser- und Gaszuflufs. Der Riemen zur Antriebswellenleitung wird auf die Festscheibe gerückt und die Wellenleitung dreht sich, worauf die Luftpumpe und die 12 pferdige Maschine angeschlossen werden können. Sind an letzterem die Stichflammen entzündet, der Kühlwasser- und Gaszuflufs und der Sammelschmierapparat geöffnet, so macht sich, sobald die 12 pferdige Maschine selbstthätig zu arbeiten beginnt, an der Antriebswellenleitung ein Knarrsignal hörbar. Der Riemen der Antriebswelleleitung wird nun auf die Losscheibe der Maschine gerückt und die Antriebsmaschine könnte, falls sie nicht für den Betrieb der Lupftpumpe gebraucht wird, abgestellt werden. Der von der 12 pferdigen Maschine nach der Hauptwellenleitung führende Riemen wird sodann auf die Festscheibe der Wellenleitung geschoben, worauf der Anschlufs der beiden Hauswasserpumpen mittels Leroyscher Kupplungen erfolgen kann. Der übrige Theil der Hauptwellenleitung bleibt ausgekuppelt. Nunmehr möge auch die Ingangsetzung der kleinen Behälterpumpe erforderlich werden. Genügt die 12 pferdige Maschine nicht mehr, so wird zunächst die zweite Hälfte der Antriebswellenleitung gekuppelt und der Riemen von der Antriebswellenleitung nach den Maschinen so lange auf die Festscheiben der 30 pferdigen Maschinen gerückt bis diese selbständig arbeiten. Alsdann kann der letzte Theil der Antriebswelleleitung wieder ausgekuppelt werden. Zunächst hätte auch nur eine Maschine in Gang gesetzt werden dürfen. Die von den 30 pferdigen Maschinen unmittelbar nach den Regenwasserpumpen gehenden Riemen bewegen aber noch nicht die Pumpen, da diese mittels Leroyscher Kupplungen vorläufig ausgeschaltet sein mögen. Gleiche Kuppelungen schliefsen vielmehr zunächst die Maschinen nach einander an dasjenige Triebrad an, von welchem eine Riemenübertragung zur Hauptwellenleitung führt. Wird nun dieser Theil der Leitung mit dem ersterwähnten gekuppelt, so wird die Kraft sämtlicher Maschinen auf die Hauswasserpumpen vereinigt. Tritt nun plötzlich Regen ein und wurde bisher nach dem Abfangecanal gepumpt, so ist nur der eine Schieber der Hauswasserleitung zu schliefsen, der andere Schieber nach dem Nothauslafs zu öffnen und die Regenwasserpumpen sind anzukuppeln. Erübrigt sich der Betrieb der Hauswasserpumpen, so werden dieselben ausgerückt und die 12 pferdige Maschine unterstützt nun die beiden 30 pferdigen. Wird dieses nicht mehr nöthig, so wird die Riemenübertragung von der Hauptwellenleitung nach der 12 pferdigen Maschine und ebenso nach der Wellenleitung der Regenwasserpumpen, erstere mittels Ausrücker an der Hauptwellenleitung, letztere durch die Leroyschen Kupplungen, von der gemeinsamen Ausrückvorrichtung vor den Pumpen gelöst und die Wellenleitung selbst in beiden Theilen ausgekuppelt. Es arbeiten jetzt nur noch die beiden Regenwasserpumpen unter unmittelbarer Uebertragung von den grofsen Maschinen, bis auch diese nach einander in Ruhe gesetzt werden, die Luftpumpe abgestellt wird und die Antriebsmaschine zu arbeiten aufhört. Diese Arbeiten erfordern nur einfache Handgriffe und vollziehen sich sehr schnell, sodafs beispielsweise die Ingangsetzung der Regenwasserpumpen von dem Anzünden der Gasflamme der Antriebsmaschine an, nur 40 Secunden erfordert.

Die Kosten der Anlage haben in runden Zahlen betragen:

A. für das Maschinenhaus:

1.	Pfahlrost	11267 ℳ,
2.	Maurer- und Zimmerarbeiten einschliefslich Eisenarbeiten	24500 ℳ,
3.	Fliesenbelag im Flur und dem Maschinenraume	1200 ℳ,
4.	Tischlerarbeiten	1420 ℳ,
5.	Glaser-, Schlosser-, Maler- und Klempnerarbeiten	1303 ℳ,
6.	Dachdeckerarbeiten	1236 ℳ,
7.	Firstgitter, Wetterfahnen	636 ℳ,
8.	Zwei eiserne Treppen	977 ℳ,
9.	Wasserversorgung	115 ℳ,
10.	Gaseinrichtung nebst Anschlufs der Maschinen	697 ℳ,
11.	Heizungs-, Entlüftungs- und Kochanlagen	1208 ℳ,
12.	Insgemein	521 ℳ,
	zusammen	45080 ℳ

B. für die Kelleranlage, zwischen Sandfang und Maschinenhaus . . . . 1302 ℳ.

C. für die Maschinenanlage:

1.	vier Gasmaschinen einschl. der Fundamentplatten und Anker und sämtlicher Rohrleitungen für Zu- und Abführung von Gas- und Kühlwasser, der Riemenscheiben usw.	32 450 ℳ	— Pf.,
2.	fünf Kreiselpumpen mit allem Zubehör	14 400 ℳ	— Pf.,
3.	sechs Saugrohrleitungen	4 000 ℳ	— Pf.,
4.	die Druckrohrleitungen aufserhalb des Maschinenhauses nebst Zubehör	17 032 ℳ	40 Pf.,
5.	die Wellenleitungen	7 746 ℳ	95 Pf.,
6.	die Centralschmierapparate	225 ℳ	— Pf.,
7.	die Luftpumpe	2 958 ℳ	50 Pf.,
8.	die Wasserstrahlpumpe	1 089 ℳ	— Pf.,
9.	der Wasserbehälter nebst Trägern	726 ℳ	45 Pf.,
10.	die Riemen	1 200 ℳ	— Pf.,
11.	Hydrometer nebst elektrischer Läutewerke	604 ℳ	— Pf.,
12.	Abdeckplatten der versenkten Leitungen	95 ℳ	— Pf.,
13.	Ersatzstücke	1 168 ℳ	— Pf.,
14.	Maurer- und Steinmetzarbeiten für das Vergiefsen der Maschinentheile	710 ℳ	— Pf.,
15.	Laufsteg über den Pumpen	942 ℳ	— Pf.,
16.	Schutzgitter	1 470 ℳ	— Pf.,
17.	Gasanschlufs	930 ℳ	— Pf.,
18.	Handwerkszeug	150 ℳ	— Pf.,
	zusammen	87 897 ℳ	30 Pf.

Der Entwurf für die Pumpstation und für das Canalnetz der Unterstadt ist von dem Stadtbaurath Frühling und dem Regierungs-Baumeister Krause aufgestellt. Die Ausführung

der Pumpstation ist in den Jahren 1886 bis 1888 unter Oberleitung des genannten Stadtbauraths durch den Regierungs-Baumeister Krause, und nach dessen Berufung als Stadtbauinspector nach Posen durch den Regierungs-Baumeister Becker erfolgt. Die Bauarbeiten sind durch Königsberger Bauhandwerker sorgfältig bewirkt worden, während die ganze Maschinenanlage von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Actiengesellschaft in Dessau unter Mitwirkung des Civilingenieurs Simony in Königsberg eingerichtet worden ist.

B. Ausgeführte Anlagen in der Oberstadt.

Das vorhandene Kartenmaterial der Stadt ist höchst lückenhaft, jedoch sind alle Versuche der technischen Beamten, die betheiligten Körperschaften von der Nothwendigkeit eines genauen Lage- und Höhenplanes der Stadt zu überzeugen, ohne Erfolg gewesen, sodafs zunächst nur eine gröfsere Anzahl Höhenmarken angebracht worden ist, welche der Aufstellung der Entwürfe genügen müssen. Bei den günstigen Gefällverhältnissen der Oberstadt sind hieraus nur hinsichtlich der Uebersichtlichkeit Schwierigkeiten entstanden, weshalb auch ein genauer Entwässerungsplan dieser Beschreibung nicht beigefügt werden kann. Bei dem Entwurfe des Canalnetzes ist mafsgebend gewesen, dafs eine geringere Tiefe der Leitungen als 3 m unter dem Strafsendamm zu vermeiden ist. Zwischen den an jeder Richtungsänderung, mindestens aber alle 200 m angeordneten Einsteigebrunnen sind die Leitungen mit gleichmäfsigem Gefälle ausgeführt. Die Benutzung von Thonröhren, welche mit Theerstrick und Thon gedichtet und in neuerer Zeit aus Schweden bezogen werden, hat in den meisten Fällen genügt. Gröfsere Weiten als 55 cm Durchmesser finden neuerdings nicht mehr Verwendung, vielmehr werden erforderlichenfalls eiförmige Betoncanäle, und zwar bei hinreichender Spülung mit dem breiten Ende nach unten, verlegt. Die 1 m langen Canalstücke werden auf Bohlen gelagert, stumpf gegeneinander geschoben und von innen verstrichen, sowie von aufsen mit Cement vergossen. Die Oeffnungen für die Anschlüsse werden eingestemmt (Abb. 11). Die Einsteigebrunnen werden kreisrund, 1 m weit und in den Wandungen einen Ziegelstein stark aus keilförmigen Ziegeln hergestellt. Dieselben erhalten einen Rost aus zwei Schichten Bohlen und eine gemauerte Sohle aus zwei Flachschichten und einer Rollschicht, über welcher die Röhren bezw. Canäle in 30 cm Höhe münden. Die Abdeckung erfolgt durch gufseiserne Deckel mit Holzfutter nach Abb. 9. Die älteren Deckel sind durchbrochen ausgeführt, haben aber häufiger Beschädigungen erfahren, während die Oeffnungen für die Lüftung entbehrlich scheinen. Behufs leichteren Anschlusses des Pflasters werden diese Deckel mit geviertförmigen Granitplatten nach Abb. 10 umgeben. Die Regeneinlaufkästen werden aus Beton nach Abb. 8 hergestellt. Das Einlaufgitter besteht aus einem gufseisernen Rahmen und einem behufs leichteren Oeffnens zweitheiligen Gitter, dessen Stäbe rechtwinklig zur Strafsenrichtung und dessen Drehpunkt aufserhalb der Mitte angeordnet sind (Abb. 12). Die Abflufsöffnung nach dem Canal liegt 1 m unter der Strafse und wird durch ein gufseisernes Viertelbogen-Rohr durchsetzt, dessen senkrechtes Ende einen Wasserverschlufs bildet. Die Kosten für die Strafsenleitungen richten sich wesentlich nach der Tiefe, in welcher die Leitungen auszuführen sind. Bei einer mittleren Tiefe von 4 m haben sich durchschnittlich die Gesamtkosten für 1 m Leitung wie folgt gestellt:

bei 16 cm Durchmesser	. . . .	9 ℳ 50 Pf.,
bei 23 cm „	. . . .	12 ℳ,
bei 31 cm „	. . . .	13 ℳ 50 Pf.,
bei 35 cm „	. . . .	16 ℳ,
bei 40 cm „	. . . .	17 ℳ,
bei 45 cm „	. . . .	21 ℳ,
bei 50 cm „	. . . .	22 ℳ,
bei 63 cm „	. . . .	33 ℳ,
bei Betoncanälen, 0,75 m hoch	. .	25 ℳ,
desgl. 0,90 m hoch	. .	30 ℳ.

Ein Einsteigebrunnen kostet einschliefslich der Steigeisen (1,10 ℳ das Stück) und des Deckels (30 ℳ) im ganzen 300 bis 325 ℳ. Der Regeneinlaufkasten kostet im ganzen 65 ℳ und zwar der Kasten selbst 25 ℳ, das Gitter 10 ℳ, der Wasserverschlufs 7 ℳ und das Verlegen 15 ℳ.

Eine künstliche Spülung der Leitungen macht sich nur an den oberen todten Enden in einzelnen Fällen nothwendig, wofür die dem Stadtbaurath Frühling unter Nr. 28199 patentirte Spülvorrichtung, welche ohne den gemauerten Schacht 300 bis 400 ℳ kostet, wirkungsvollste Verwendung findet. Die in Abb. 13 dargestellte Einrichtung ist folgende:

Die zum Canal führende Ablauföffnung i wird durch das Ventil a geschlossen gehalten, sodafs sich das durch m zulaufende Wasser in dem Spülbehälter ansammeln kann. Ist der Wasserspiegel bis zur Unterkannte des Schwimmers b gestiegen, so erhält dieser das Bestreben, das Ventil a durch Aufziehen zu öffnen; diesem Bestreben wirkt aber der Auftrieb des kippförmigen Schwimmers c entgegen. Erst wenn das Wasser die Oberkante von c erreicht hat und diesen Schwimmer füllt, wird sein Auftrieb vernichtet und der des Schwimmers b gelangt zur vollen Geltung. a hebt sich und der Inhalt des Spülbehälters stürzt unter der vollen Druckhöhe durch i in den Canal. Der Wasserspiegel sinkt so lange, bis das Gewicht von a den Schwimmer c wieder in die ursprüngliche Stellung zurückgezogen hat; dies kann aber wegen des nach rechts gerollten Gegengewichtes d erst geschehen, wenn der Auftrieb von a fast ganz aufhört, d. h. wenn der Behälter leer geworden ist. Es bleibt nur ein kleiner Rest Wasser in dem Behälter zurück, der den Ventilsitz bedeckt hält und den Vortheil hat, dafs die bei Verwendung schmutzigen Wassers etwa vorhandenen Sinkstoffe am Festtrocknen verhindert und bei der nächsten Spülung mit fortgerissen werden. Welche Kraft dem Spülstrom innewohnt, geht daraus hervor, dafs die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers bei nur 1 m Füllhöhe gegen 4 m in der Secunde beträgt.

IV. Verwaltung.

Die bauliche Unterhaltung der Strafsenleitungen und der Betrieb der Pumpstation sind der Tiefbauabtheilung unterstellt, während die regelmäfsige Reinigung der Brunnen von der mit der Feuerwehr verbundenen Fuhrwesenverwaltung bewirkt wird. Für die Benutzung der städtischen Entwässerungsleitungen seitens der Hausbesitzer ist ein „Ortstatut betreffend die Entwässerung der städtischen Grundstücke“ entworfen, welches z. Z. dem Bezirksausschufs zur Bestätigung vorliegt. Im Anschlusse an dasselbe ist eine Polizei-Verordnung in Aussicht genommen, welche durch Androhung von Geldstrafen und gesetzlichen Zwangsmitteln die Befolgung des Ortsstatuts sicher stellt. Nachstehend sind die wesentlichsten Bestimmungen des Statuts mitgetheilt.

§ 1. An den Strafsen und Plätzen, welche mit öffentlichen Canälen versehen sind, müssen alle anliegenden bebauten Grundstücke durch einen Zweigcanal (Hausableitungsrohr) an den Strafsencanal angeschlossen werden.

§ 2. Für jedes Grundstück ist mindestens ein Anschlufs herzustellen.

Der Magistrat bestimmt die Anzahl der Hausableitungsrohre und die Stellen, an welchen sie an den Canal anzuschliefsen sind; er läfst die Anschlufsleitungen herstellen.

Die Kosten für diese Leitungen, soweit sie nicht mehr als 5 m von den Grenzen des anzuschliefsenden Grundstückes gerechnet, lang sind, trägt der Eigenthümer desselben, die Mehrkosten übernimmt die Stadtgemeinde.

Die Kosten werden von dem Magistrat nach einem Tarife festgesetzt.

Die in den städtischen Strafsen liegenden Anschlufsleitungen gehen in das Eigenthum der Stadtgemeinde über und werden von dieser unterhalten.

§ 3. Für die Anlage der Entwässerung der anzuschliefsenden Grundstücke gelten folgende Vorschriften:

a) die über den Bürgersteig führenden Zungenrinnsteine (Schlitzrinnen) sind zu beseitigen, desgleichen alle sonstigen Entwässerungsleitungen, welche nicht an die Hausableitungsrohre angeschlossen sind, und welche Flüssigkeiten irgend welcher Art mit Ausschlufs der reinen atmosphärischen Niederschläge nach anderen Grundstücken abführen;

b) die angeschlossenen Gebäude, welche nicht mit einer betriebsfähigen Privathochdruck-Wasserleitung versehen sind, müssen an die städtische Wasserleitung angeschlossen werden;

c) alle Abfallröhren innerhalb der Gebäude sind zum Zwecke der Lüftung über dem höchstgelegenen Ausgufs über das Dach hinauszuführen und möglichst in die Nähe der Küchenschornsteine zu legen; der Anschlufs an Rauchröhren bedarf besonderer Genehmigung;

d) in jedem durch Vermiethung genutzten Stockwerke eines Wohnhauses ist wenigstens ein aus allen in dem Stockwerke gelegenen Wohnungen unmittelbar zugänglicher Ausgufs anzubringen;

e) jeder Ausgufs ist mit einem unbeweglichen Rost (Sieb) zu versehen;

f) über jedem Ausgufs ist eine Ausflufsöffnung der Wasserleitung anzubringen, sodafs jederzeit eine Spülung desselben vorgenommen werden kann; Pissoirs müssen gleichfalls durch die Wasserleitung gespült werden;

g) jeder Ausgufs oder sonstige Einlafsstelle ist mit einem Wasserverschlufs zu versehen;

h) die Hausleitungen müssen so angelegt werden, dafs niemals ein weiteres Rohr in ein engeres unterhalb liegendes übergeht;

i) die Ableitung des Regenwassers von den Höfen darf nur durch Wasserkästen (Gullies) geschehen, deren Construction von dem Magistrat vorgeschrieben wird; dieselben dürfen nur zur Aufnahme des Regenwassers dienen;

k) die Regenabfallröhren dürfen nicht über dem Pflaster des Bürgersteigs münden, sind vielmehr, soweit sie nicht in die Wasserkästen (vgl. i) einmünden, in das Hausableitungs- oder das Strafsenrohr zu führen. Auf Verlangen des Magistrats ist in die Regen-Abfallröhren eine Vorrichtung zur Abhaltung der von den Dächern abgespülten Sinkstoffe nach Vorschrift einzuschalten;

l) Abflufsleitungen, welche dem Strafsencanal fetthaltiges Wasser aus Restaurationsküchen, Fleckkochereien, Schlächtereien, Wurstgeschäften, Seifensiedereien u. dergl. zuführen, müssen mit einem Fettfang versehen sein, dessen Construction der Genehmigung des Magistrats bedarf;

m) Abflufsleitungen, welche zur Entwässerung von Räumlichkeiten dienen, deren Fufsboden 1 m tiefer als die Krone der Strafse liegt, an deren Canal sie angeschlossen sind, müssen mit einer wirksamen Abschlufsvorrichtung gegen Rückstau versehen sein;

n) die im Keller oder unter der Kellersohle liegenden Leitungen müssen aus gufseisernen Röhren bestehen, deren Muffen mit Blei zu verdichten sind.

§ 5. Die Entwässerungsanlage darf dauernd erst in Benutzung genommen werden, nachdem die Fertigstellung derselben schriftlich angezeigt und durch den damit beauftragten städtischen Baubeamten eine Bescheinigung darüber ertheilt ist, dafs die Anlage vorschriftsmäfsig hergestellt ist.

Aenderungen an derselben dürfen ohne Genehmigung des Magistrats nicht vorgenommen werden.

§ 7. Für jedes an den Canal angeschlossene Grundstück ist ein Canalzins an die Stadthauptkasse zu entrichten, welcher vierteljährlich im Voraus zahlbar und nach vergeblicher Zahlungsaufforderung im Wege des Verwaltungszwangsverfahrens einzuziehen ist.

Die Höhe des Canalzinses wird auf Grund der durch Gemeindebeschlufs festzusetzenden allgemeinen Bestimmungen von dem Magistrat für jedes Grundstück besonders berechnet und festgesetzt. Gegen die Veranlagung zum Canalzinse stehen den Verpflichteten dieselben Rechtsmittel zu wie gegen die Veranlagung sonstiger Gemeindeabgaben. usw.

Gegenwärtig wird der Canalzins in Höhe von einem Drittel des Wasserzinses angenommen. Letzterer beträgt für jeden Raum 2,50 ℳ bezw. bei Entnahme nach Wassermessern bis zu einem Verbrauch von 2 cbm täglich 15 Pf. für 1 cbm, es steht jedoch eine Erhöhung dieser Beiträge auf 3 ℳ bezw. 20 Pf. bevor.

V. Schlufs.

Für die weitere Durchführung des Canalnetzes und der Dükeranlagen ist neuerdings die Aufnahme einer Anleihe von 3 000 000 ℳ und gleichzeitig die Einsetzung eines aus Magistratsmitgliedern und Stadtverordneten gebildeten Ausschusses eingesetzt worden, welcher die Frage der Beseitigung der menschlichen Auswurfstoffe bei Einrichtung von Spülabtritten klarlegen und die im Anschlufs an den Bau der Canalisation nothwendigen Mafsnahmen vorbereiten soll. Eine umfangreiche Denkschrift des Verfassers über die Zulässigkeit der Abführung der Abwässer in den Pregel bezw. über die Reinigung auf mechanischem und chemischem Wege bezw. über die Reinigung durch Bodenrieselung oder mittels eines gemischten Verfahrens liegt bereits gedruckt vor und giebt eine Uebersicht über die voraussichtlichen Kosten, welche die Aufwendung eines weiteren Capitals von etwa 3 000 000 ℳ erforderlich erscheinen lassen. Dieses Capital stellt sich für Anlage von Rieselfeldern und für eine Anlage zur künstlichen Reinigung nahezu gleich hoch. Im ersteren Falle sind hohe Anlagekosten aufzuwenden, während die Betriebskosten durch die Einnahmen zum grofsen Theil gedeckt werden dürften; bei letzterer Anlage sind die Anlagekosten mäfsig, die Betriebskosten dagegen recht hoch. Nach welcher Richtung die Entscheidung fallen wird und ob es vielleicht möglich sein wird, der nicht gerade wohlhabenden Stadt die Kosten der Reinigung ganz zu ersparen, wird wesentlich von den Entschlüssen der staatlichen Aufsichtsbehörden abhängen. Die Klärung der Abwässer mittels hochgespannter elektrischer Ströme, worüber neuerdings aus London beachtenswerthe Versuche vorliegen, dürfte für Königsberg möglicherweise dadurch besondere Bedeutung gewinnen, als die Ausführung eines städtischen Elektricitätswerkes mit Accumulatorenbetrieb im Gange ist. Die unbedingt nothwendigen Mafsregeln zur Schaffung gesunder Zustände sind die städtischen Körperschaften freiwillig zu ergreifen in einsichtsvollster Weise ernstlich bestrebt.

Königsberg, im Juni 1889. Gustav Becker.

Die Schützvorrichtungen der Stadtschleuse in Bromberg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 14 im Atlas.)

Der Aufsatz „Die Bauausführung der neuen Stadtschleuse in Bromberg", welcher im Jahrg. 1889 d. Zeitschr. S. 507 u. ff. veröffentlicht ist, enthält in der Einleitung eine kurze Beschreibung der gesamten Anlage, auf welche, ebenso wie auf die derselben beigegebenen Zeichnungen, Blatt 66 im Atlas, Lageplan, Grundrifs und Schnitte der Schleuse darstellend, hier Bezug genommen wird.

Die Anordnung der Umläufe.

Der Füllungsraum der Schleusenkammer beträgt bei einer Grundfläche von über 600 qm und einem Schleusengefälle von i. M. 3,2 m rund 2000 cbm. Um diese Wassermenge in je vier Minuten zu- oder abführen zu können, war rechnungsmäfsig ein Querschnitt der Umlaufcanäle von 3,6 qm erforderlich. Zur Gewinnung dieses Querschnittes wurden je drei Canäle von rund 1,2 qm gewählt. Die Lage des Trennungspfeilers zwischen beiden Häuptern legte den Gedanken nahe, ihn zur Anlage der Canäle sowohl zur Füllung als auch zur Entleerung der Schleuse zu benutzen. Auch erschien die Längswand der Schleusenkammer, welche diese gegen die Oberbrahe abschliefst, günstig zur Anlage von Füllungscanälen, während eine Verstärkung der linken Wand des Unterhauptes, der S.O.-Ecke der Schleuse, die noch fehlenden beiden Entleerungscanäle aufnehmen sollte. Bei der Sonderbearbeitung der Anlage ergab sich zwar, dafs durch die beabsichtigten Umläufe das Mauerwerk des Trennungspfeilers sowie der S.O.-Ecke in bedenklicher Weise geschwächt würde, indes waren zu dieser Zeit die umschliefsenden Spundwände und das Betonbett bereits vollendet, und man war daher beim Entwurf an die so gegebene Umrahmung gebunden, wenn auch dadurch im hohen Mafse beschränkt. Theils infolge dieses Umstandes, theils deshalb, weil die endgültigen Entscheidungen über die einzelnen Anordnungen erst während der Ausführung des Mauerwerks getroffen wurden, bietet die Anlage der Umläufe ein buntes Bild verschiedenster Constructionen und darf in der Gesamtanordnung keineswegs als mustergültig bezeichnet werden.

Von den oben angegebenen sechs Umlaufcanälen liegen zwei in der braheseitigen Kammerwand, welche sie auf kürzestem Wege durchbrechen, zwei im Trennungspfeiler und einer in der S.O.-Ecke neben dem Unterhaupt, während der sechste, zunächst ebenda beabsichtigte, fortgelassen und durch Schütze in den Unterthoren ersetzt ist.

Als Verschlüsse für die Umläufe waren im Entwurf durchweg Cylinderventile angenommen. So aufserordentlich zweckmäfsig diese ohne Zweifel für die Füllung der Schleuse sind, und obgleich an denselben in neuester Zeit einige Ergänzungen vorgenommen worden, haben sie doch für die Entleerungscanäle verschiedene Uebelstände. Da überdies im Trennungspfeiler der erforderliche Raum für die Zuleitungscanäle bezw. die Schächte der Cylinderventile fehlte, so sind letztere nur zum Verschlufs der beiden in der braheseitigen Kammerwand angelegten Füllungscanäle beibehalten. Im übrigen sind für alle Verschlüsse Drehschütze mit wagerecht liegender Drehachse verwendet, und zwar theils in hölzernem, theils in gufseisernem Rahmen.

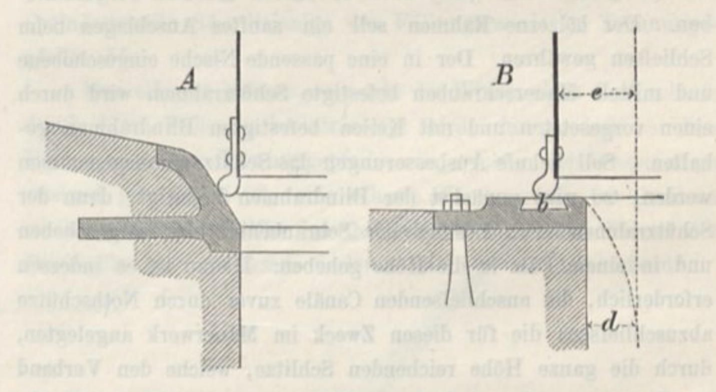
Die Anlage der Umläufe ist aus den auf Blatt 66 im Jahrg. 1889 d. Zeitschr. gegebenen Zeichnungen in Grundrifs und Schnitten ersichtlich. Die zur Anwendung gekommenen Verschlüsse sind auf Blatt 14 des gegenwärtigen Jahrgangs dargestellt. Von Einzelheiten ist folgendes zu bemerken:

Die Cylinderventile

(s. Abb. 1 auf Blatt 14).

Die Cylinderventile, welche zuerst an der Bürgerwerderschleuse in Breslau[1]) zur Ausführung gebracht sind, und deren jetzt auch in Frankreich viel verbreitete Anwendung dem Bauleitenden derselben, jetzigen Regierungs- und Baurath Cramer in Breslau, verdankt wird, sind schmiedeeiserne, durch drei innere Querwände versteifte Blechcylinder von 1,20 m Durchmesser und 6 mm Wandstärke; sie setzen auf einen vermauerten gufseisernen Kranz von gleicher lichter Weite auf, welcher die Verbindung zwischen dem Zuleitungs- und dem Abführungscanal herstellt.

Der Ventilsitz ist so geformt, dafs er sich dem zusammengezogenen Wasserstrahl anschliefst, sodafs die lichte Weite von $\frac{1}{4} \cdot 1{,}20^2 \pi = 1{,}13$ qm möglichst voll ausgenutzt wird und auf Contraction nur im geringen Grade zu rechnen ist. Der Ventilsitz ist so tief gelegt, wie es die Höhenlage des angrenzenden Brahebettes zulässig erscheinen liefs, er liegt 2,3 m unter dem oberen M.-W.; trotzdem wird, wie sich nach der Ausführung gezeigt hat, eine grofse Menge Luft mitgerissen, sodafs der Canal während der ersten Zeit des Einlaufs ein selterwasserartiges Gemisch von Wasser und Luft abführt. Der untere Rand des Cylinders, welcher mittels eines schmiedeeisernen Wulstes so gebildet ist, dafs der Berührungskreis auf der Sitzplatte gröfser ist als der Querschnitt des Blechmantels, befördert den dichten Schlufs des Ventils. Die Trichterform der Sitzplatte (s. nachstehende Zeichnung A) ist derjenigen der



mit B bezeichneten, welche französischem Muster neuester Zeit[2]) entnommen ist, und bei welcher der Raum d des Schachtes und derjenige e des Blechcylinders nutzlos sind, entschieden vorzuziehen. Auch die bei b (in B) in den Sitz eingelassene Gummiplatte erscheint von geringem Werth.

Rings um den Blechcylinder ist in Höhe des Zuleitungscanals eine reichliche Aussparung des Mauerwerks vorgenommen,

1) Siehe Jahrg. 1880 d. Zeitschr., S. 155 u. ff.

2) Normal-Entwurf zu einer Schleuse für den Canal du Nord sur Paris von 1882.

um dem Wasser von allen Seiten ungehinderten Eintritt in den Schacht des Abführungscanals zu gewähren.

Der Blechcylinder ist durch ein Gegengewicht aus Gufseisen entlastet, welches in drei über Rollen laufenden Ketten hängt. Beim Anheben des Ventils senkt sich das Gegengewicht und findet Raum innerhalb der entsprechend geformten Versteifungswände des Cylinders.

Unter Berücksichtigung des Auftriebes des bei gefüllter Schleuse in das Wasser eintauchenden Gegengewichts einerseits und der Rollenreibung andrerseits ist durch Rechnung und durch Ausprobiren das erforderliche Gewicht desselben ermittelt.

Die Führung des Ventils bei der Bewegung bewirkt eine durch die Mitte des Cylinders gehende und mit diesem festverbundene schmiedeeiserne Stange von 60 mm Durchmesser, welche unterhalb des Cylinders durch einen von drei vermauerten Armen getragenen Eisenring gesteckt ist und oberhalb das Gegengewicht durchdringt. Am oberen Ende dieser Stange greift eine Zahnstange an, welche ohne weitere Uebersetzung durch ein Triebrad mittels Kurbel bewegt wird. Fünf Umdrehungen der Kurbel genügen zu einem völligen Hub.

Der gufseiserne Deckel des Schachtes ist durchbrochen; die darin befindlichen Oeffnungen lassen bei plötzlichem Schliefsen des Ventils die Luft und theilweise auch das aufspritzende Wasser entweichen, welches vermöge seiner lebendigen Kraft in dem Schachte dann aufsteigt.

Die Cylinderventile bewähren sich recht gut, sie sind bequem im Betriebe und gewähren, wenn die Kurbel fest angedrückt wird, einen völlig dichten Schlufs. Die untere Führung der zu schwachen und bald verbogenen Führungsstange ist sehr bald fortgerissen worden; seitdem hängen die Cylinder frei in den oberen Ketten.

Drehschütze in hölzernem Rahmen mit Druckhebel
(s. Abb. 2 auf Blatt 14).

Für den Verschlufs der übrigen Umläufe waren höheren Orts Drehschütze mit wagerechter Achse in hölzernem Rahmen mit Druckhebel-Bewegung nach bewährten Mustern vorgeschrieben. Der hölzerne Rahmen soll ein sanftes Anschlagen beim Schliefsen gewähren. Der in eine passende Nische eingeschobene und mittels Mauerschrauben befestigte Schützrahmen wird durch einen vorgesetzten und mit Keilen befestigten Blindrahmen gehalten. Soll behufs Ausbesserungen das Schütz herausgenommen werden, so wird zunächst der Blindrahmen beseitigt, dann der Schützrahmen nach Lösung der Schraubenmuttern vorgeschoben und in einem Falz in die Höhe gehoben. Hierzu ist es indessen erforderlich, die anschliefsenden Canäle zuvor durch Nothschütze abzuschliefsen; die für diesen Zweck im Mauerwerk angelegten, durch die ganze Höhe reichenden Schlitze, welche den Verband im Trennungspfeiler und dessen Standsicherheit sehr beeinträchtigen, sind aus den Abbildungen auf Blatt 66 im Jahrg. 1889 d. Zeitschr. ersichtlich. Die Schütze sind quadratische Tafeln von 1,20 m Breite und rund 300 kg Gewicht.

Das obere Drehschütz im Trennungspfeiler hat, weil über dem Unterwasser gelegen, eine erhebliche Excentricität der Drehachse (57 mm) erhalten müssen. Das obere Drehschütz wird durch Zug, das untere durch Druck geöffnet.

Die von der Kraft des bewegten Wassers herrührenden Widerstände, welche sich dem Oeffnen des Drehschützes entgegenstellen, wachsen mit der Druckhöhe des Wassers und mit dem Quadrat der Schützhöhe. Wollte man die Excentricität der Drehachse so bemessen, dafs diese Kraft, soweit sie durch den von einem Arbeiter ausgeübten Druck nicht erzeugt wird, durch den Ueberdruck des Wassers auf die gröfsere Seite der Klappe hergegeben wird, so würde in geschlossener Stellung ein selbstthätiges Oeffnen des Schützes eintreten, also ein annähernd dichter Schlufs unmöglich sein. Die im Jahrgang 1878 dieser Zeitschrift S. 374 von Herrn Baurath Mohr gegebenen Rechnungen sind für gröfsere Schützhöhen nicht zutreffend. Es ist deshalb, da zum Oeffnen der Schütze bei vollem Druck drei Mann am Druckhebel kaum ausreichten, nachträglich das Auskunftsmittel angewendet worden, dafs die untere Seite des Schützes über den Anschlag hinaus um 14 cm verlängert worden ist. Diese Verlängerung ist bei geschlossenem Schütz ohne Wirkung, bei dem Oeffnen aber wird sie von dem Stofs des Wassers getroffen und unterstützt das Oeffnen in der wirksamsten Weise. Es hat sich diese Anordnung gut bewährt, und ein Mann ist bequem imstande, das Schütz bei vollem Wasserdruck von 3,2 m zu öffnen; dem Schliefsen bei diesem Druck — wenn solches für erforderlich erachtet werden sollte, nöthig ist es bisher nie geworden — setzen sich indessen erhebliche Widerstände entgegen.

Bei der Charlottenburger Schleusenanlage sind Drehschütze von gleicher Bauart und annähernd gleicher Gröfse verwendet. Es ist indessen nicht zu verwundern, wenn die erwähnten Druckwasser-Widerstände dort weniger bemerkt werden, weil dort das Schleusengefälle nur etwa 1 m (gewöhnlich noch weniger), hier aber bei M.-W. 3,2 m beträgt. Für die hier vorliegenden Verhältnisse dürfte die Bewegung durch Druckhebel nicht als zweckmäfsig zu bezeichnen sein.

Drehschütz in gufseisernem Rahmen mit Seilbetrieb
(s. Abb. 3 auf Blatt 14).

Das in der südöstlichen Ecke am Unterhaupt aufzustellende Drehschütz war bereits vor dem Eintreffen anderweiter Entscheidung in anderer Bauart hergestellt worden. Die ebenso wie die zuvor genannte, 1,20 m im Geviert grofse schmiedeeiserne Schütztafel ist in einem gufseisernen Rahmen befestigt, in welchem sie sich gleichfalls um eine wagerechte Achse dreht. Dieser Schützrahmen, welcher in einem in den Ecken mit Winkeleisen besetzten Schlitze frei in die Höhe gezogen werden kann, setzt sich unten auf eine Platte und wird von dem Wasserdruck gegen einen lothrecht vermauerten gufseisernen Rahmen fest angeprefst. Da die Berührungsflächen gehobelt sind, so entsteht ein dichter Schlufs.

Die Drehung des Schützes erfolgt durch zwei Seile (nachträglich durch Ketten ersetzt), welche mittels eines Stückes Gliederkette über eine durch Kurbel gedrehte Kettentrommel geführt werden. Je nachdem die Kurbel rechts- oder links herum gedreht wird, wird das Schütz geöffnet oder geschlossen. Die Seile werden unten über eine am Schützrahmen befestigte Doppelrolle geführt, deren beide Scheiben sich unabhängig von einander frei auf ihrer gemeinsamen Welle bewegen.

Als ein besonderer Vorzug dieser Anlage — abgesehen von einigen bei wiederholter Ausführung leicht zu beseitigenden Uebelständen — ist die Leichtigkeit hervorzuheben, mit welcher das ganze Schütz behufs Untersuchung oder Ausbesserung herausgezogen werden kann. Zu diesem Zwecke ist es nur nöthig, in einen an dem Rahmen befestigten aufrechtstehenden

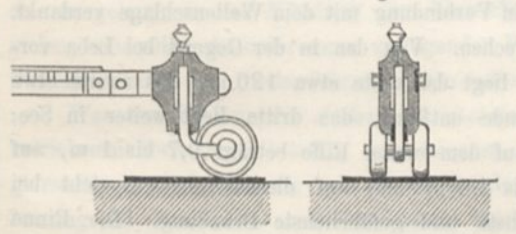
Bügel den Haken eines Flaschenzuges zu führen und letzteren an einen über dem Schacht aufgestellten Bock zu befestigen. Es ist also keinerlei Abdämmung oder Wasserhaltung hierzu erforderlich, wie solche bei den zuvor beschriebenen Drehschützen in hölzernem Rahmen mit erheblichen Kosten und vielem Zeitaufwand ausgeführt werden mufs.

Der harte Anschlag der Klappe an den gufseisernen Rahmen hat sich weder als Uebelstand, noch überhaupt bemerkbar gemacht, zumal die Kettentrommel des Getriebes durch eine Sperrklinke gehalten wird, ein selbstthätiges Zuschlagen des Schützes also nicht stattfinden kann.

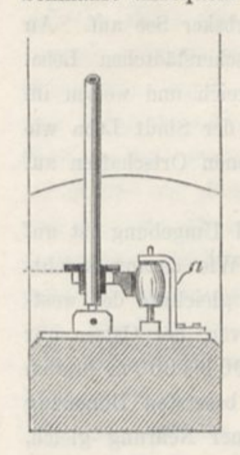
Das Schütz wird in sechs Umdrehungen geöffnet und gewährt also einen annähernd gleich leichten Betrieb wie ein Cylinderventil; überdies giebt es einen dichten Schlufs, was von Drehschützen gewöhnlicher Art wohl nicht behauptet werden kann. Bei vollem Wasserdruck von 3,2 m ist nach halber Oeffnung der Klappe eine gröfste Kraft von 45 kg an der Kurbel auszuüben, wozu zwei Mann erforderlich sind; das Schütz kommt indessen erst nach theilweiser Entleerung der Schleuse in Betrieb. Durch Erhöhung des Uebersetzungsverhältnisses auf zehn Umdrehungen würde man erreichen, dafs das Schütz von einem Manne bei vollem Druck geöffnet werden könnte.

Die Schleusenthore.

Die Thore, welche im allgemeinen nach dem Muster derjenigen der Pinnower Schleuse erbaut sind, bieten in ihren Einzelheiten wenig bemerkenswerthes. Zu erwähnen wäre nur, dafs die Thorflügel keine Gewichts-Ausgleichung haben, sondern mittels Zahnstange und Kurbelbetrieb mit Leichtigkeit bewegt werden. Das Ende der Zahnstange wird von einer excentrisch geführten Doppelrolle getragen, welche sich (nach nebenstehender Zeichnung) ganz wie die unter Möbelfüfsen üblichen Rollen bewegt.



Für die Zahnstangen, welche bei den Oberthoren am Oberrahmen, bei den Unterthoren auf halber Höhe angreifen, sind Canäle im Mauerwerk angelegt. Derjenige des rechten Unterthorflügels durchdringt den Trennungspfeiler, sodafs die Zahnstangenrolle auf dem in gleicher Höhe liegenden Oberdrempel weiter läuft. Wegen des nicht vollkommenen Schlusses des Oberthores ist dieser über dem Unterwasser gelegene Canal im Frühjahr vollständig mit Eis gefüllt, was für den Beginn der Schiffahrt unbequem ist.



Zu bemerken ist noch der federnde Bügel (*a* in beistehender Abbildung), welcher mittels der Leitrolle die Zahnstange an das Getriebe drückt. Da die Zahnstange verschiedene Richtungen annimmt, so mufs entweder, wie sonst üblich, diese eine wechselnde Stärke, oder — wie hier die Aufgabe wohl einfacher gelöst ist — die Leitrolle einen wechselnden Abstand von der Welle des Getriebes erhalten.

Die Oberthore haben keine Schützöffnungen, während in den Unterthoren Drehschütze von gewöhnlichen Abmessungen (die Oeffnungen sind 0,55 m hoch und 1,50 m lang) angebracht sind. Die Bewegung erfolgt mittels Druckhebel; zum Aufschlagen sind zwei Mann erforderlich, welche bei halber Oeffnung und vollem Wasserdruck von 3,2 m eine gröfste Kraft am Druckhebel von zusammen 55 kg auszuüben haben.

Die Wirksamkeit der Umläufe.

Ueber die Wirksamkeit der verschiedenen Füllungs- bezw. Entleerungs-Vorrichtungen, welche weniger von der Art des Verschlusses als vielmehr von der Form der Umlaufcanäle abhängt, sind lehrreiche Beobachtungen angestellt. Es wurde zu dem Zwecke die Schleusenkammer durch jede Vorrichtung allein entleert bezw. gefüllt, wobei jedoch das letzte halbe Meter bis zur völligen Ausgleichung der Wasserstände unberücksichtigt blieb. Die aus je drei Beobachtungen gemittelten Ergebnisse, auf gleichen Querschnitt der Oeffnungen zurückgeführt und bei jedem Canal usw. den an der Stelle des Verschlusses vorhandenen kleinsten Querschnitt zu Grunde gelegt, waren folgende: In Procenten ausgedrückt war die Wirksamkeit der Thorschütze 100, diejenige des Entleerungscanals im Trennungspfeiler 93, diejenige desgl. in der S.O.-Ecke 87, diejenige der Cylinderventile 84, diejenige des Füllungscanals im Trennungspfeiler 55.

Man erkennt hieraus, wie sehr die Wirksamkeit der Umläufe durch deren Führung beeinträchtigt wird, derart, dafs bei dem Füllungscanal im Trennungspfeiler, in welchem der Wasserstrom zweimal gezwungen ist, eine scharfe Wendung um 90 Grad zu machen, fast die Hälfte des Querschnitts bezw. drei Viertel der Druckhöhe als unwirksam verloren ist. Lieckfeldt.

Die Festlegung der Lebamündung.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 15 und 16 im Atlas.)

Die erhöhte Fürsorge, welche neuerdings seitens der preufsischen Staatsregierung der Förderung der Küsten- und Hochseefischerei durch Beschaffung von Fischerhäfen an der Nord- und Ostsee gewidmet wird, hat neben anderen Bauanlagen auch dazu geführt, die bisher sehr verwilderte und zu Versandungen neigende Mündung des Lebaflusses in Pommern zu verlegen und zu befestigen. Die dazu erforderlichen Bauarbeiten sind in den Jahren 1886 bis 1888 ausgeführt. Dieselben bieten, wenn auch nicht durch hervorragende Bedeutung der Anlage, so doch durch die Eigenthümlichkeit der obwaltenden natürlichen Verhältnisse manches, was eine Besprechung an dieser Stelle rechtfertigen mag.

Allgemeines.

Die Leba, der östlichste der zahlreichen Küstenflüsse in Pommern, durchströmt nach etwa 135 km langem Oberlaufe den 75 qkm grofsen Lebasee und ergiefst sich sodann nach weiterem,

3 km langem Unterlaufe in die Ostsee. Auf dem Unterlaufe nimmt der Strom von Osten her noch den nicht unbedeutenden Abfluſs aus dem etwa 11 qkm groſsen Sarbsker See auf. An dem letzteren Wasserzuge liegt das Fischerstädtchen Leba. Beide genannte Landseen sind überaus fischreich und weisen im Verein mit der Ostsee sowohl die Bewohner der Stadt Leba wie auch die der übrigen an den Seen gelegenen Ortschaften auf die Fischerei hin.

Die Oertlichkeit der Lebamündung und Umgebung ist auf der Uebersichtskarte (Bl. 15) dargestellt. Wie daraus ersichtlich, ist der Lebasee und der Sarbsker See gleichwie der westlich vom Lebasee belegene Gardesche See von der Ostsee nur durch einen schmalen, stellenweise kaum 500 bis 600 m breiten und mit 50 bis 60 m hohen Wanderdünen besetzten Dünenzug getrennt. Dieser Dünenzug zieht sich, einer Nehrung gleich, auf etwa sechs Meilen Länge zwischen der Ostsee und den Moor- und Wasserflächen des dortigen Binnenlandes hin. Der Vergleich mit einer Nehrung ist nach einem von dem Landesgeologen Professor Dr. Berendt betreffs Wasserversorgung der Scholpiner Leuchtthurmanlage erstatteten Gutachten um so zutreffender, als die Wasserflächen des Gardeschen, Leba- und Sarbsker Sees nur Ueberbleibsel eines durch die dazwischen liegenden Moorflächen in seiner Gestalt und seinem Umfange genau nachweisbaren Haffes sind, welches hier einstmals vor dem Ausfluſs des Lebaflusses in den Lebasee und des Lupowflusses in den Gardeschen See fluthete, wie solches weiter westlich bei Rügenwalde vor der Grabow und Wipper noch heute durch den Jamundschen, Burkowschen und Vittersee angedeutet wird. In früheren Jahrhunderten sind die Dünen bewaldet gewesen. Nachdem jedoch der Wald heruntergeschlagen, der Waldboden von den Winden fortgeweht und der Dünensand bloſsgelegt war, haben sie sich in mächtige Wanderdünen verwandelt, welche die Wiesen an dem Lebasee allmählich verschütten und stellenweise beträchtliche Strecken in den See hineingewandert sind.

Geschichtlich bemerkenswerth ist, daſs auf dieser Nehrung, etwa 1,5 km westlich von der jetzigen Stadt Leba, ein untergegangener Ort gleichen Namens gestanden hat, welcher in alten Urkunden mehrfach erwähnt wird. An dieser Stelle befindet sich noch eine Ruine in Gestalt eines starken Mauerstückes aus Ziegelsteinen, vermuthlich das Bruchstück eines Thurmes. Dieses Lebamünde, wie es auch genannt wird, wurde infolge des unaufhaltsamen Vordringens der Wanderdünen von Westen her, sowie durch das Zurückweichen der Küste und durch besonders heftige Sturmfluthen so bedroht, daſs die Bewohner etwa um das Jahr 1570 den Ort aufgaben und weiter östlich das jetzige Leba gründeten.*)

Verhältnisse der Lebamündung im besonderen.

Das Abwässerungsgebiet der Leba, welche dem Hochrücken von Karthaus in Westpreuſsen entspringt, hat im ganzen bis zur Mündung eine Gröſse von etwa 1750 qkm. Wenn der Strom auf seinem Unterlaufe die Breite und Tiefe eines groſsen Stromes hat und zeitweilig ganz bedeutende Wassermassen in die Ostsee schickt, so steht dieses nicht mit der erwähnten Gröſse seines Niederschlagsgebietes im Einklang, ist vielmehr eine Folge des Vorhandenseins der erwähnten groſsen Landseen. Der mittlere Wasserspiegel des Lebasees liegt etwa 0,15 m über dem Mittelwasser der Ostsee. Wenn daher bei Sturmfluthen und bei anhaltenden nördlichen Winden sich der Ostseespiegel bedeutend und zwar bis zu 1,8 m über seinen gewöhnlichen Stand erhebt, so tritt ein Rückstau aus der See ein, und ein zuweilen überaus heftiger Rückstrom ergieſst sich durch den Unterlauf des Stromes in die erwähnten Seen und füllt dieselben an, auch ohne daſs besonders heftige Stürme eintreten. Sobald heftige und anhaltende nordwestliche Winde in der Nordsee durch Zufluſs aus dem Kattegat den Wasserspiegel der Ostsee etwas über Mittelwasser anwachsen lassen, wird übrigens dieser erwähnte Rückstrom in der Lebamündung beobachtet, und man kann im allgemeinen annehmen, daſs durchschnittlich alle vier bis fünf Tage der Strom einen Tag seine Richtung umkehrt. Das namentlich beim Umspringen des Windes nach Süden sehr rasch eintretende Sinken des Ostseespiegels bewirkt natürlich wieder eine um so lebhaftere Ausströmung aus den gefüllten Seebecken.

Wie als Spülbecken, dient der Lebasee für den Strom auch als Schlammfang, indem er die durch den Oberlauf mitgeführten Sinkstoffe aufnimmt. Wohl aber werden bei den vorherrschenden Nordwestwinden von den unbefestigten und verwilderten Dünen auf der Westseite bedeutende Sandmassen in den Strom geweht, die durch die Strömung bis in die Mündung und bis in die See gelangen. Die vor der Mündung vorhandenen groſsen Sandablagerungen und Verflachungen entstehen hauptsächlich dadurch, daſs der Strom im allgemeinen nicht die Kraft besitzt, die bekanntlich der ganzen pommerischen und preuſsischen Küste eigenthümliche Riffbildung, welche ihre Entstehung der starken Küstenströmung in Verbindung mit dem Wellenschlage verdankt, völlig zu durchbrechen. Von den in der Gegend bei Leba vorgelagerten Riffen liegt das erste etwa 120 m, das zweite etwa 230 m vom Strande entfernt, das dritte liegt weiter in See; die Wassertiefe auf dem ersten Riffe beträgt 0,7 bis 1 m, auf dem zweiten 2 bis 2,5 m und auf diesem letztern steht bei Seegang die höchste und gefährlichste Brandung. Die Rinne zwischen Strand und erstem Riff wird dort der Aalstrom, diejenige zwischen dem ersten und zweiten Riff der Breitlingstrom genannt, weil in denselben Aale bezw. Breitlinge gefangen werden (siehe den Höhenplan auf Bl. 15).*) Die Riffe zeigen vor der Mündung allerdings nicht die sonst an der freien Küste genau zu beobachtende Regelmäſsigkeit, indem der Mündungsstrom im allgemeinen eine mehr oder weniger tiefe Fahrrinne bildet, aber der bald von Westen bald von Osten her kommende Küstenstrom wirft diese Rinne bei jedesmaligem Wechsel von einer Seite zur andern. Diese nimmt daher bald eine nordwestliche, bald eine nordöstliche Richtung an, und eben dieser Wechsel begünstigt häufig die Bildung inselartig vor die Strommündung sich legender Bänke. Dazu kommt noch, daſs bei starkem Seegange groſse Sandmassen in die Mündung selbst geworfen werden. Ja, es ist vorgekommen, daſs die ganze Mündung bei anhaltend unruhiger See vorübergehend geschlossen wurde, eine Erscheinung, welche übrigens bei manchen kleinen Flüssen und Bächen an der Ostseeküste fast alljährlich beobachtet wird. Vermehrt wurde die zeitweilige Verflachung der Leba-

*) Nähere Angaben, Urkunden usw. über das alte Leba siehe Kramer, Geschichte der Lande Lauenburg und Bütow. Königsberg 1858.

*) Ueber die Riffbildung an der Ostseeküste siehe: G. Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst III. Theil, I. Band, 2. Aufl. Auf Tafel VII ist ein Querschnitt des Ostseestrandes bei Leba dargestellt.

mündung noch durch den bei jeder heftigen Sturmfluth, insbesondere bei nordwestlichen Stürmen sich zeigenden Abbruch der Dünen auf der Ostseite der Mündung. Unter dem vorherrschenden Einflufs der Nordwestwinde wurde die Mündung immer weiter nach Osten zu gedrängt und brach hier bedeutende Strecken des Dünenlandes ab. So ist die Mündung allein in den letzten 60 Jahren etwa 400 m weiter ostwärts gewandert, wie sich aus alten Karten nachweisen läfst. Ihre Lage im Jahre 1826 ist auf dem Lageplane eingezeichnet. Seit genannter Zeit sind nach überschläglicher Berechnung etwa $4^1/_2$ ha Dünenland fortgerissen. Zu befürchten stand, dafs bei weiter gehender Verwilderung und Zerstörung durch Eindringen des Meeres von Norden her die Lage der Stadt gefährdet und auch dem neuen Leba das Schicksal der untergegangenen Mutterstadt bereitet werden könnte. Aus diesem Grunde sowie in Rücksicht auf die Hebung der Fischerei erschien eine Verbesserung der Mündungsverhältnisse der Leba dringend geboten.

Die oben geschilderten Tiefenverhältnisse der Mündung gefährdeten natürlich das Ein- und Auslaufen selbst kleinerer Fahrzeuge, wie der dort gebräuchlichen flachbodigen Fischerboote, im hohen Grade und machten dasselbe an vielen Tagen im Jahre, namentlich zu Zeiten, wo ein lohnender Fang zu erwarten war, ganz unmöglich. Wie in den „Mittheilungen" des deutschen Fischerei-Vereins, Section für Küsten- und Hochseefischerei, wiederholt ausgesprochen wurde, bedarf die Hochseefischerei, wenn sie mit Erfolg betrieben werden soll, gröfserer Fahrzeuge, tiefer gehender seetüchtiger Kielboote, als bisher auf grofsen Strecken unserer Küste verwendet werden konnten. Da der Unterlauf der Leba fast bis zum Lebasee hinauf durchweg eine Tiefe von mindestens 2 m aufweist, so schien hier, sobald es nur gelang, in der Mündung eine hinreichende Tiefe zu erzielen, ein allen Anforderungen genügender Fischerhafen bezw. Sicherheitshafen für Fischerfahrzeuge von selbst gegeben.

Was den Umfang der bisher in nächster Nähe der Leba betriebenen Seefischerei betrifft, mag erwähnt werden, dafs gegenwärtig etwa 100 Boote mit durchschnittlich vier Mann Besatzung bei dem Lachs- und Flunderfang thätig sind. Es mag noch bemerkt werden, dafs in früheren Zeiten bis zum Bau der Stettin-Danziger Eisenbahn ein Seeverkehr über Leba stattgefunden hat, indem die Schiffe auf der Rhede mittels Prahmboote befrachtet und gelöscht wurden. Die Gegenstände der Einfuhr waren hauptsächlich Salz und Kalksteine, die der Ausfuhr Getreide und Holz. Wegen des Fehlens eines Leuchtfeuers auf der 17 Meilen langen Strandstrecke zwischen den Leuchtthürmen bei Jershöft und Rixhöft kamen in der Gegend von Leba sehr häufig Schiffsunfälle vor. Diese Gefahr ist durch Einrichtung eines Leuchtfeuers in Scholpin, drei Meilen westlich von Leba, im Jahre 1875 möglichst beseitigt.

Beschreibung des Entwurfes.

Zur Vorgeschichte des Baues ist zu erwähnen, dafs schon unter der Regierung Friedrichs des Grofsen von dem bekannten Kameralisten, Geheimen Oberfinanzrath von Brenckenhoff, 1777 der Versuch gemacht wurde, mittels eines Durchstiches der Nehrung vom Lebasee aus die Mündung des Stromes zu verlegen. Der Hauptzweck der Anlage war wohl, durch Senkung des Lebaseespiegels an dessen Ufern Wiesenland zu gewinnen. Aufserdem hoffte man, die starke Strömung in dem neuen, verkürzten, nur ein Viertel seiner bisherigen Länge betragenden Mündungsbett werde imstande sein, dasselbe dauernd tief zu erhalten, und man werde auf diese Weise im Seebecken einen sicheren Hafen für kleinere Küstenfahrzeuge erhalten. Der Versuch mifslang jedoch vollständig. Kurz nach Eröffnung des Durchstiches ergofs sich eine gewaltige Hochfluth in den See und überschwemmte das Land weithin. Anstatt die weitere Wirkung der neuen Anlage abzuwarten, wurde der Durchstich auf Befehl des erzürnten Königs schleunigst wieder geschlossen und der alte Flufslauf wieder hergestellt. Der unglückliche Feldmesser, welchem die Hauptschuld an dem Mifserfolge zugeschrieben wurde, soll zur Strafe unter die Soldaten gesteckt sein. Die Lage des ehemaligen sogenannten Brenckenhoff-Canals, $8^1/_2$ km westlich von der Stadt Leba, ist auf der Uebersichtskarte angedeutet.

Im laufenden Jahrhundert sind seit Mitte der zwanziger Jahre fortlaufend Bauten zur Verbesserung der Lebamündung geplant, wobei man bald lediglich Uferschutzwerke, bald mehr oder weniger ausgedehnte Hafenanlagen mit Molen und Bohlwerken im Auge hatte. Vorübergehend wurde auch seitens der preufsischen Marine die Anlage eines Kriegshafens im Lebasee in Betracht gezogen, ein Gedanke, welcher, bevor die Ereignisse von 1866 den Hafen von Kiel in preufsisch-deutschen Besitz brachten, von vornherein nicht von der Hand zu weisen war. Dafs die verschiedenen oben erwähnten Entwürfe zu einem Noth- oder Handelshafen nicht zur Ausführung gelangten, hatte seinen Grund vornehmlich darin, dafs bei dem Vorhandensein der übrigen pommerischen Häfen, welche Jahrzehnte lang so bedeutende Anforderungen an den Staatsseckel stellten, das Bedürfnifs einer neuen, doch kostspieligen Hafenanlage nicht hinreichend nachgewiesen schien. Erschien es daher berechtigt, von der Anlage eines Handelshafens an der Leba völlig abzusehen, so gewinnt dagegen der Gedanke einer durchgreifenden Bauanlage zum Schutze des bedrohten Ufers an der Mündung und zu Gunsten des Fischereigewerbes lebensfähige Gestalt, als seit Anfang der achtziger Jahre seitens des Ministeriums für Landwirthschaft zur Verbesserung der Verhältnisse der Lebamündung Geldmittel in Aussicht und zur Verfügung gestellt werden können. Der darauf hin im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1884 ausgearbeitete und seitdem ausgeführte Entwurf hatte, wenn er sich auf das unbedingt nothwendige beschränken mufste, nach den oben geschilderten natürlichen Verhältnissen folgende zwei Aufgaben zu erfüllen:

1. die Stadt Leba vor dem beständigen Weiterwandern der Mündung nach Osten und vor dem Angriff der durch die weitgeöffnete Mündung über die Sandbank hinweg gegen das rechtsseitige Ufer der Leba stürzenden Wellen der Ostsee bei Sturmfluthen zu schützen,

2. die Strömung in der Mündung so zu führen und zu verstärken, dafs dieselbe imstande sei, möglichst ohne Baggerung eine zum Aus- und Einlaufen der Fischerboote hinreichende Fahrtiefe zu erhalten.

Es wurde demnach aufser einer Verlegung der Mündung auch eine Sicherung des östlichen Stromufers der letzteren nothwendig. Wie aus der Zeichnung auf Bl. 16 ersichtlich, verlegt der Entwurf unter Vermeidung der bisherigen doppelten Krümmung die neue Mündung etwa 400 m weiter nach Westen. Es wird zu dem Ende eine Abdämmung des alten Strombettes und ein Durchstich durch die gegen 8 m hohe Dünenkette erforderlich. Die Richtungslinie der neuen Mündung folgt einem

Kreisbogen von 1000 m Halbmesser. Der neue Uferdamm ist mit Rücksicht auf den möglichst bequemen Verkehr vom Orte zum Strande mit der bestehenden, die Stadt durchziehenden Landstrafse Lauenburg-Leba in Verbindung gesetzt. In gerader Verlängerung schliefst er sich an die letztere an bis zu dem Punkte, wo der erwähnte Kreisbogen geschnitten wird, und folgt dem letzteren von hier aus bis an den Strand.

Bei dieser Lage und Richtung der neuen Mündung erschien es ferner von besonders günstiger Wirkung, die Strömung bereits oberhalb des neuen Uferdammes möglichst in gleicher Krümmung mit letzterem zu führen, und es wurde deshalb vorgesehen, hier der rechten neuen Uferlinie vom Dahlschen Graben ab eine entsprechende Richtung zu geben. Die Länge des unteren Stromlaufes vom Lebasee bis zur Mündung betrug vor Herstellung der Verlegung 3100 m, nach derselben etwa 2750 m. Es wird daher eine Abkürzung der Stromrinne von 350 m herbeigeführt. Die ursprünglichen örtlichen Verhältnisse, sowie die Anordnung der neuen Mündung sind auf dem Lageplan, die Höhen- und Tiefenbildung usw. auf dem Höhenplan (Bl. 15) wiedergegeben.

Die Länge des neuen Uferdammes vom alten rechten Ufer bis zum Beginn des Durchstichs beträgt rund 230 m, die des letzteren selbst rund 200 m. Bei Beginn des Baues hatte der Strand an der zu durchbrechenden Stelle eine Breite von 40 m.

Zur Befestigung des neuen Uferdammes, soweit derselbe in der Krümmung liegt, wurde stromseitig, also auf der Westseite des Dammes, eine Spundwand in der Neigung von $1:{}^1/_5$ eingerammt. Die Länge der Spundpfähle beträgt 7 m, ihre Stärke 16 cm. In Entfernungen von je 4 m erhielt die Spundwand eine kräftige Verankerung, bestehend aus einer 5,75 m langen, 4,5 cm starken eisernen Ankerstange, welche landseitig durch zwei 4,5 m lange Ankerpfähle mit Ankerriegel und Bohltafeln davor befestigt ist und wasserseitig durch das in Mittelwasser-Höhe vor der Spundwand liegende und mit ihr in Entfernungen von 1 m verbolzte ${}^{30}/_{30}$ cm starke Gurtholz geht. Auf die Spundwand, welche bis 50 cm über M.-W. hinausragt, stützt sich eine starke Steinböschung. Nach neuerdings mehrfach, unter anderen in Neufahrwasser gemachten Erfahrungen besteht die letztere aus einem recht rauhen, aus grofsen unbearbeiteten Granitsteinen hergestellten Pflaster ohne Mörtelverband. Dasselbe ruht auf einer durchschnittlich 40 cm starken Bettung aus kleinen Lesesteinen und Steinbrocken. Die Spundwand ist stromseitig, um sie gegen Ausspülen zu sichern, durch eine kräftige Steinschüttung von etwa 2 m Breite geschützt. Die Krone des neuen Uferdammes sollte nach dem Entwurfe im Strombett eine Höhe von 1,70 m über M.-W. erhalten. Vom Beginn des Durchstiches bis zum Strande steigt die Höhenlage des Dammes bis auf 3 m über M.-W. Den Abschlufs des Uferdammes bildet seeseitig ein aus losen besonders grofsen Steinen gebildeter grofser Kegel, dessen Fufs durch eine doppelte Reihe in Entfernungen von 0,75 m gerammter Rundpfähle gesichert ist.

In der Verlängerung der Spundwand setzt sich nach der See zu in gleicher Krümmung wie jene eine 55 m lange nach Nord mifsweisend gerichtete Leitwand an, welche aus einer einfachen Reihe vierkantig geschnittener, stumpf aneinander gesetzter Pfähle von 20 cm Stärke und 7 m Länge besteht. Ob die Herstellung der Leitwand in dieser einfachen Weise genügende Sicherheit gegen die Zerstörungen von Wellen und Eis bieten wird und ob sie nicht später durch ein stärkeres Werk werde zu ersetzen sein, wurde in dem Vorbericht zu dem Entwurfe allerdings als ungewifs hingestellt. Ebenso wurde es zweifelhaft gelassen, ob die oben erwähnte Länge der Leitwand zur sicheren Führung der Ausströmung ausreichen würde. Hinsichtlich dieser beiden Punkte konnte erst, wie angenommen wurde, nach Vollendung des Baues und Eröffnung des Durchstiches ein sicheres Urtheil gewonnen werden. Die westliche Uferseite der Mündung sollte zunächst ohne besondere Befestigung bleiben. Was die dem Bett der neuen Mündung im Durchstich zu gebende Breite betraf, so wurde für dieselbe im Entwurf kein bestimmtes Mafs vorgeschrieben. Nach den bei der alten Mündung gemachten Beobachtungen glaubte man allerdings annehmen zu können, dafs die den Bedürfnissen des Stromes entsprechende Breite des Bettes etwa 25 m betragen würde. Der Versuch einer Berechnung der nöthigen Weite des Mündungsbettes mufste bei der Unregelmäfsigkeit der abzuführenden Wassermengen, der Verschiedenheit der Stromgeschwindigkeit und der häufig eintretenden Gegenströmung von vornherein als trügerisch erscheinen. Man zog es daher vor, dem Durchstich vorläufig eine Breite von 15 m zu geben und der Strömung zu überlassen, sich selbst das erforderliche Bett in dem feinen Dünensande auszubilden. Die Möglichkeit dazu blieb dem Strom gegeben, da die westliche Uferseite, wie erwähnt, keine Befestigung erhielt. Ob eine solche etwa späterhin nothwendig werden würde, sollte ebenfalls erst von der Zukunft beantwortet werden. Zur Verhinderung des Sandfluges und des Einwehens von Sand in den neuen Stromlauf sollten übrigens die westlich von dem Strom gelegenen, zum Theil ganz flüchtigen Dünen durch Einebnung und Bepflanzung mit Sandgräsern sogleich bei Beginn des Baues festgelegt werden.

Zur Ausführung des Entwurfes war nach dem Kostenanschlage eine Summe von 185 000 ℳ erforderlich.

Bauausführung.

Die Bauarbeiten begannen, nachdem die Stadt Leba den zum Bau erforderlichen Grund und Boden, sowie einen Theil des zu befestigenden Dünenlandes an den Fiscus unentgeltlich abgetreten hatte, im Frühjahr 1886 mit der Zurichtung der erforderlichen Lagerplätze usw., sowie mit der Herstellung einer Zufuhrbrücke in der Richtung des zu schüttenden Uferdammes, welche gleichzeitig die Rüstung für das Rammen der Spundwand bildete. Da nur Zug- und Kunstrammen zur Verfügung standen, konnte die Rüstung leicht aufgezimmert werden. Ihre Anordnung ist in der Zeichnung (Blatt 15) dargestellt. Die Entfernung der einzelnen Joche betrug 3,5 m, sodafs für den ungehinderten Verkehr der Fischerboote genügender Raum blieb.

Was die Reihenfolge der eigentlichen Bauarbeiten im besonderen betrifft, so erschien es mit Rücksicht auf etwa während der Bauzeit eintretende Sturmfluthen geboten, die schützende hohe Dünenkette möglichst lange zu erhalten und den Durchstich erst dann völlig zu eröffnen, nachdem bereits ein möglichst grofser Theil des Abschlufsdammes fertig war. Der vollständigen Herstellung des letzteren mufste natürlich die Oeffnung des Durchstiches vorangehen. Es wurde daher, vom alten rechten Stromufer beginnend, der Uferdamm zunächst durch den südlichen flachen Stromarm sowie auf der Insel vorgeschüttet. Der hierzu erforderliche Boden (Dünensand) wurde aus dem Durchstich entnommen, welcher, vom alten tiefen Stromarm gerechnet, auf etwa 120 m Länge in einer Breite von 15 m bis auf Mittelwasser-Höhe ausgehoben wurde. Gleichzeitig wurde mit dem

Rammen der Spundwand längs der Insel begonnen; bis Ende 1886 war dieselbe etwa in 120 m Länge eingeschlagen und verankert.

Im Frühjahr 1887 wurde zunächst die hohe Dünenkette bis auf einen einstweilen noch stehen bleibenden kleineren Schutzwall abgetragen. Da der gelöste Boden erst nach erfolgter Oeffnung des Durchstiches zur Schüttung des Dammes Verwendung finden konnte, mufste er zunächst an geeigneter Stelle östlich vom Durchstich ausgesetzt werden. Gleichzeitig mit dieser Arbeit wurde der Durchstich bis auf die ihm zu gebende Tiefe von 2 m im Mittel ausgebaggert (siehe den Querschnitt der neuen Lebamündung auf Blatt 15). Für diese Arbeit war bereits im Herbst des vorhergehenden Jahres ein besonderer kleiner schwimmender Dampfkreiselbagger beschafft worden, über dessen Leistung weiter unten noch einiges bemerkt werden wird. Den genannten Arbeiten folgte das Einrammen und Verankern der Spundwand im Durchstich auf dem Fufse nach. Auch wurde im Laufe des Sommers die Leitwand auf dem Strande und in der See von einer leichten Jochrüstung aus eingerammt. Nachdem sodann auf dem fertiggestellten Theile des östlichen Ufers und Uferdammes das Steinpflaster fertiggestellt sowie die Steinschüttung vor der Spundwand eingebracht war, konnte zu Anfang September der stehengebliebene Schutzwall durch Baggern beseitigt und der Durchstich geöffnet werden.

Die nun sofort in Angriff genommene Schliefsung des Uferdammes im tiefen Stromarme wurde ohne vorhergehende Coupirung einfach dadurch bewirkt, dafs zunächst die Spundwand eingerammt und im Schutze der letzteren der Damm zunächst bis etwas über Mittelwasser-Höhe geschüttet wurde. Indem der letztere dazu bequeme Gelegenheit bot, konnten die Ankerpfähle ohne besondere Rüstung eingerammt und die Verankerungen hergestellt werden, worauf der Damm in seiner vollen Höhe und Breite geschüttet und mit Steinpflaster versehen werden konnte (siehe den Schnitt durch den Abschlufsdamm auf Bl. 16). Der Bau war damit in seinen wesentlichen Umrissen bis Ende 1887 vollendet.

Das Jahr 1886 war ganz frei von gröfseren Sturmfluthen. Um so störender wirkten dagegen im Jahre 1887 mehrere überaus heftige Nordoststürme auf den Fortgang des Baues ein. So rifs zunächst die Sturmfluth vom 22. bis 25. September, welche eine Höhe von 1 m über Mittelwasser der Ostsee erreichte, von der bis auf 5 m bereits geschlossenen Spundwand im Strom eine Länge von 27 m fort und warf den bereits geöffneten Durchstich in seiner ganzen Länge bis auf 50 cm über Mittelwasser mit Sand zu, sodafs derselbe aufs neue aufgebaggert werden mufste. Die Ursache dieser gänzlichen Versandung des Durchstiches lag darin, dafs die unbefestigte Düne auf der Westseite der Mündung durch die heftige Einströmung in grofser Breite abgebrochen wurde, und dafs der nur schmale Durchstich sich noch nicht weit und tief genug ausgebildet hatte, die Einströmungsgeschwindigkeit also noch nicht grofs genug war, um die eingeworfenen bedeutenden Sandmassen in den Lebastrom zu führen. Noch heftiger war die an der ganzen Ostseeküste so verheerend auftretende Fluth vom 25. October, welche eine Höhe von 1,5 m über Mittelwasser erreichte. Der im September verursachte Schaden war bereits wieder hergestellt, als wiederum 40 m der durch Steinschüttungen noch nicht gesicherten Spundwand und des halbfertigen Dammes fortgespült wurden. In beiden Fällen warf sich der Einstrom mit furchtbarer Gewalt in die alte Mündung und gegen die östliche Seite des Uferdammes. Das Wasser stürzte mit grofser Gewalt durch die Oeffnung der noch nicht geschlossenen Spundwand im tiefen Stromarm, rifs den zu beiden Seiten der Oeffnung bis Mittelwasser-Höhe bereits angeschütteten Sandboden fort und erzeugte in der Oeffnung Auskolkungen von über 5 m Tiefe (siehe den Höhenplan auf Bl. 15, worin die Ausdehnung der Vertiefung eingezeichnet ist). Die Spundpfähle zu beiden Seiten der Oeffnung, besonders auf der Südseite, kamen hierdurch frei zu stehen, wurden theils ausgewaschen, theils von der Gewalt des gegenstürzenden Wassers umgebogen und abgebrochen, wobei mehrere der 4,5 cm starken, bereits verlegten Ankerbolzen wie dünner Draht verbogen und das $^{30}/_{30}$ cm starke Gurtholz abgebrochen wurde.

In der Erwartung, dafs bei dem Schliefsen der Oeffnung in dem tiefen Stromarm durch allmähliches Einrammen der Spundpfähle, trotzdem dafs ein Theil des Lebawassers schon durch die neue Mündung fliefsen würde, doch unter ungünstigen Verhältnissen gleichwie bei einem Coupirungsschlufs noch eine heftige Strömung in dem alten Lauf und besonders in der zu schliefsenden Oeffnung stattfinden könnte, waren früher schon an dieser Stelle die Pfähle der Zufuhr- und Rüstungsbrücke gegen Ausspülen mit Granitsteinen umgeben worden, aber diese sackten in die Auskolkung hinab, die Pfähle kamen hierdurch frei zu stehen und eine theilweise Zerstörung war die unausbleibliche Folge.

Am 25. October stieg das Wasser bei der zeitweiligen gewaltigen Aufdünung auf der Ostseite bis 1,20 m höher als auf der Westseite, sodafs sich über dem noch nicht fertigen Damm ein Ueberfall von der genannten Höhe bildete. Wie reifsend die Einströmung bei der letztgenannten Sturmfluth war, läfst sich daraus ermessen, dafs eine schwere Kunstramme mit dem eisernen Bär, welche von der zusammenbrechenden Rüstung in den Strom stürzte, unversehrt 400 m weit stromauf getrieben wurde. Die Einströmung der Ostsee durch die neue Mündung hatte, ebenso wie bei der Sturmfluth im Monat vorher, die Westdüne wiederum in ganz erheblicher Weise abgebrochen, sodafs dem Steinkegel gegenüber die Oeffnung zwischen der Spundwand und dem Dünenfufs sich bis auf 100 m erweitert hatte, während dieselbe bei dem Bau nur 26 m weit angelegt war. Die durch die Einströmung gebildete, von aufsen nach innen trichterförmig gestaltete Form der Düne ist auf dem Lageplan ersichtlich.

Durch den Abbruch von 40 m Spundwand und durch die tiefe Auskolkung hatte sich die Oeffnung in dem alten Stromarm so vergröfsert, dafs die Hauptströmung der Leba wieder den früheren Lauf durch die alte Mündung annahm, trotzdem das relative Gefälle durch die neue Mündung viel gröfser war; aber der Querschnitt in der letztern war durch den Sand der abgebrochenen Westdüne so verringert, dafs die durchfliefsende Wassermenge nicht grofs und mächtig genug war, den Lauf tiefer und breiter auszubilden und den von der See fortwährend in die Mündung geworfenen Sand fortzuschaffen. Die vorgerückte Jahreszeit und das unbeständige Wetter liefsen noch weitere Stürme und Hochwasser befürchten, deshalb mufste zur völligen Sicherheit des Weiterbaues der Strom in der verbliebenen Oeffnung abgedämmt werden. Die Coupirung durfte nicht an die beiden Enden des stehengebliebenen Uferdammes anschliefsen, weil an diesen Stellen der lose Sand fortgespült worden wäre, sondern sie mufste ihren sicheren Anschlufs an

die beiden Enden der stehengebliebenen Spundwand erhalten. Am einfachsten und schnellsten geschah der Verschlufs durch Versenken von Sandsäcken und Granitsteinen in der Weise, dafs in der Richtung der zu rammenden Spundwand die Sandsäcke und uferseitig daneben die Steine eingebracht wurden. So gelang es, den Strom allmählich abzuschneiden, wobei in demselben Mafse, wie dies geschah, die neue Mündung sich zum vollen Strom ausbildete. Nunmehr konnte ohne Schwierigkeit die Spundwand durch die Sandsäcke eingerammt und der Uferdamm daneben vollendet werden. Glücklicherweise verlief der November und December ohne Sturmschäden, und so war es wie erwähnt möglich, während dieser Zeit den Abschlufsdamm zu vollenden und zu befestigen.

Die bei den erwähnten Stürmen gewonnenen Erfahrungen gaben Veranlassung, die ursprünglich auf 1,70 m über M.-W. liegende Krone des Uferdammes bis auf 2,25 m zu erhöhen. Aufserdem wurde die aus Sand bestehende östliche Böschung des Uferdammes in einfacher Weise durch eine 25 cm starke, aus kleinen faustgrofsen Steinen gebildete Decke gegen Loswaschen durch Wellenschlag gesichert. Diese Böschung bleibt so lange dem Angriff der durch die alte Mündung einlaufenden Wellen der Ostsee ausgesetzt, bis der alte abgeschnittene Strom hoch genug versandet und die Mündung durch Bildung einer Düne geschlossen sein wird. Deshalb kann jetzt auch noch keine Befestigung der Böschung durch Weidenpflanzung oder Rasenbelag ausgeführt werden. Wegen der grofsen Entfernung von der alten Mündung bis zu dem Uferdamm wird die Höhe und Kraft der einlaufenden Wellen gemäfsigt, ihr Angriff gegen die Böschung ist wesentlich geringer als am Strande, deshalb hat sich die Sicherung der Böschung mit den kleinen Steinen gut bewährt.

Da sich noch während des Baues und bei den beiden Sturmfluthen zeigte, dafs die Dünen zu beiden Seiten der neuen Mündung stark dem Angriff der Wellen ausgesetzt sind, so wurden hier noch Nachtragsarbeiten erforderlich. Namentlich auf der Westseite brach die Düne so bedeutend ab, dafs um die Einströmungsöffnung bei Hochwasser nicht zu grofs werden zu lassen, eine Befestigung nothwendig wurde. Es geschah dies durch Einbau einer stromabwärts gerichteten Buhne, welche sich an den Dünenfufs anschliefst. Dieselbe besteht wie der gegenüberliegende Steinkegel aus lose versetzten Steinen, welche rückenförmig aufgepackt sind und sich seeseitg auf eine doppelte Reihe von Rundpfählen stützen. Die Länge der Buhne beträgt 30 m, ihre untere Breite 6 m. Die Krone, welche am Kopf auf 1 m über M.-W. liegt, steigt bis zur Wurzel auf + 3 m. Um ein Hinterspülen des Werkes zu verhindern, ist die Wurzel durch Ausrundung der Ecken verstärkt (siehe die Zeichnung). Auf der Ostseite der Mündung, wo die Düne unmittelbar neben dem Steinkegel durch den Angriff selbst niedriger Wellen so stark abbrach, dafs sowohl für den letztern wie auch den anstofsenden Theil der Spundwand Gefahr drohte, genügte es, den Dünenfufs durch eine einfache Steinpackung zu sichern.

Als fernere Nachtragsarbeit erschien es geboten, auch die Leitwand mit einer doppelseitigen Steinschüttung zu versehen und dadurch gegen Losspülen zu sichern. Die Leitwand, deren Länge nur nach der vor Beginn des Baues vorhandenen Strandbreite bemessen war und deren Verhalten bei Sturm und Eis, sowie deren Wirkung auf die Concentration der Ausströmung und Darstellung einer Fahrtiefe erst abgewartet werden sollte, hatte keine Steinschüttung erhalten, indem angenommen war, dafs wegen des erweiterten Wasserprofiles auf der Stromseite nachtheilige Vertiefungen neben der Wand nicht entstehen würden, während auf der andern Seite, wo keine Strömung stattfindet, der Sand in Strandhöhe oder etwas darunter sich ablagern würde. Indessen bei starken Ausströmungen in der Mündung, die gewöhnlich bei schnell fallendem Wasser der Ostsee eintreten, hatten sich doch so bedenkliche Tiefen dicht neben der Leitwand gebildet, dafs mit dem Einbringen einer Steinschüttung vorgegangen werden mufste. Im December 1887 hatten sich dichte Eismassen auf der Westseite vor der Mündung angehäuft und deshalb war der Ausstrom gezwungen, seine Richtung dicht neben der Leitwand und am Ende derselben im rechten Winkel um dieselbe nach Osten zu nehmen. Hierdurch entstanden an den noch nicht gedeckten Stellen so beträchtliche Vertiefungen, dafs 27 Stück Leitwandpfähle einfach herausgespült wurden. Durch Einbringen von Sandsäcken wurden weitere Ausspülungen verhindert. Die Verwendung von Sandsäcken geschah deshalb, weil dieselben schneller und leichter einzubringen waren als Steine, indem die leeren Säcke auf dem Strande dicht neben der Verwendungsstelle mit Sand gefüllt werden konnten, hauptsächlich aber deshalb, weil bei Wiederherstellung der Beschädigungen die Leitwandpfähle ohne Schwierigkeit durch die Sandsäcke gerammt werden konnten. Später wurden auf die Sandsäcke Steine gebracht. — Auf der andern, der östlichen Seite der Leitwand hatte die oben erwähnte östliche Richtung des Ausstromes den Strand daneben angegriffen; hier hatte sich in dem Winkel zwischen Leitwand und Strand eine wirbelnde Bewegung des Wassers erzeugt, die den Strand immer weiter und bis zu dem Steinkegel und der daranstofsenden Düne abbrach. Wenngleich hierbei keine bedenklichen Tiefen neben der Leitwand eingetreten waren, so wurde doch eine Steinschüttung eingebracht, zumal die bei höherem Seegang von dem Steinkegel und der Düne zurücklaufenden Wellen auf Vertiefung neben der Leitwand hinwirkten. Später und bis jetzt hat sich der Winkel neben Leitwand und Strand verflacht (s. den Lageplan).

Bezüglich Beschaffung der zu dem Bau erforderlichen Granitsteine im Betrage von rund 2000 cbm ist zu bemerken, dafs wegen der angeschwemmten Findlinge Moor- und Sandflächen in der näheren Umgebung von Leba nicht vorkommen, wohl aber sind solche in grofsen Mengen und jeder Gröfse auf dem aus gewöhnlichen Lagerschichten bestehenden höheren Festlande und besonders auf den nach dem Sarbsker See abfallenden Abhängen desselben vorhanden. Aufser dieser Bezugsquelle auf einem 1 bis $1^1/_2$ Meilen langen Landwege, theils auf Chaussee, theils in losem Sandboden, stand auch noch die Beschaffung der Steine auf dem Seewege zu Gebote, wie dies bei den hinterpommerschen Häfen der Fall ist, wo die Steine theils von Rügen und Bornholm meistens als Rückfracht von Schiffern mitgebracht, theils von Fischern gekauft werden, welche die Steine mittels Zangens von dem Ostseegrunde gewinnen. Für die Beschaffung auf dem Seewege wäre aber der Bau einer bis zu $2^1/_2$ bis 3 m Wassertiefe in die See hineinreichenden, etwa 100 m langen Löschbrücke erforderlich gewesen, weil die Steinfahrzeuge wegen ihres Tiefganges in die alte Lebamündung nicht einlaufen können. — Das Aufsuchen von Steinen im Leba- und Sarbsker See hatte kein günstiges Ergebnifs geliefert, es wurden hier nur einige Nester faustgrofser Steine gefunden. Da bei der stattgehabten öffentlichen Verdingung übermäfsig

hohe Preise gefordert wurden, war die Bauleitung genöthigt, die Steine auf dem Landwege freihändig zu beschaffen, wobei bemerkenswerth ist, dafs der Ankauf nicht nach Raummafs, sondern nach Gewicht bewirkt wurde. Es geschah dies vorzugsweise, um die Steine unter Vermeidung des Zwischenhandels unmittelbar von den Besitzern der Steine, grofsen und kleinen Grundeigenthümern der Umgegend, zu billigeren Preisen erwerben zu können. Zu dem Ende wurde auf dem Lagerplatze eine Brückenwage aufgestellt, öffentlich bekannt gemacht, dafs jeder, solange Bedarf sei, Steine liefern könne, und dabei für den Centner je nach Gröfse ein bestimmter Preis festgesetzt. Das Verfahren erwies sich als durchaus zweckentsprechend und fand bei den betheiligten Grundbesitzern und Fuhrleuten solchen Anklang, dafs beispielsweise an einem Tage über 400 Wagen, durchschnittlich 1 cbm enthaltend, abgenommen wurden. Als Einheitsgewicht wurde dabei für die gröfste Steinsorte das Cubikmeter zu 34 Centner, für die kleinste Sorte zu 27 Centner zu Grunde gelegt. Aufserdem, dafs das kostspielige Aufsetzen der Steine erspart wurde, wobei überdies eine richtige Massen-Ermittlung, besonders bei grofsen unregelmäfsig gestalteten Steinen doch nicht erreicht werden kann, hatte die Anlieferungsweise den grofsen Vortheil für die Bauleitung, dafs jede gelieferte Menge genau nach Gewicht bestimmt und dem Lieferanten dieses jedesmal sogleich angegeben werden konnte, ebenso, dafs die Lagerplätze möglichst bequem und zusammengedrängt angelegt und jederzeit je nach Bedarf Steine in beliebigen Mengen und Sorten angekauft werden konnten. Die Herstellungskosten der Wage betrugen etwa 1000 ℳ.

Wie bereits oben erwähnt, wurden die erforderlichen Baggerarbeiten im Strombett und Durchstich mittels eines kleinen Dampfkreiselbaggers (Patent Brodnitz u. Seydel in Berlin) bewirkt. Man hatte dieser Baggerform den Vorzug gegeben, weil dieselbe die Möglichkeit bot, auch nach Beendigung des Baues etwa in und vor der Mündung sich bildende Sandbarren ohne Zuhülfenahme von Prähmen und Schleppdampfern durch seitlich oder am Strande ausgiefsende Rohrleitungen zu beseitigen. Die Kreiselpumpe liegt bei dem Bagger über Deck, und zum Aufwühlen des Sandes dienen zwei vor der Mündung des Saugrohres mit Schraubenflügeln versehene Rührwellen. Bei Aushub des Durchstiches wurde der Boden mittels einer langen Rohrleitung auf das seitliche Ufer geschwemmt, wo er zur Erhöhung des Geländes willkommene Verwendung fand. Die mögliche Förderweite betrug dabei bis zu 70 m, wobei noch eine Steigung bis zu 80 cm über der Achse der Kreiselwelle zu erreichen war. Die gröfste Baggertiefe beträgt $3^1/_2$ m. Zu fördern war im allgemeinen nur feiner Dünensand, der indes stellenweis mit Torfschichten durchsetzt war.

Für die örtlichen Verhältnisse erwies sich der Bagger als durchaus geeignet. Seine Leistung betrug bei zehnstündiger Arbeitszeit durchnittlich 150 cbm. Am günstigsten stellte sie sich, wenn der Bagger vor steil aufsteigender hoher Dünenwand arbeitete, wo sich der nachstürzende Sand über den Saugkorb legte. Es wurden in diesem Falle gegen 200 cbm gefördert. Im Durchschnitt wurde auf drei bis vier Theile Wasser ein Theil Boden mitgeführt. Die Gröfse des hölzernen Baggerschiffes, welches von der Bauleitung auf der Baustelle angefertigt wurde, beträgt 12 m in der Länge und 5,80 m Breite, bei 40 cm Eintauchung. Die Kosten des Baggers einschliefslich voller Ausrüstung belaufen sich auf 14 000 ℳ. Ein von dem Maschinisten des Baggers während der arbeitsfreien Tage angefertigtes Modell des Baggers ist der technischen Hochschule in Berlin überwiesen.

Ueber einen Versuch, mit dem Bagger eine tiefere Fahrrinne durch die vor der alten Mündung befindliche Sandbank herzustellen, mag noch folgendes erwähnt werden. Am 3. April 1887 wurde bei starkem Nordweststurm ein auf der Fahrt von Anklam nach Bornholm befindlicher Fischkutter aus Anklam bis gegen Leba verschlagen und, indem der Schiffsführer aus Unkenntnifs mit den Tiefenverhältnissen der Lebamündung versuchte, in die Mündung einzulaufen, weit auf den Strand westlich der Mündung geworfen. Nach Eintritt ruhigen Wetters wurde der unversehrt gebliebene Kutter mit Hülfe Lebaer Fischer in den Lebastrom gebracht. In See konnte er aber nicht auslaufen, weil das Fahrzeug (eine sogenannte Quetze, die zum Fischversand dient und daher mit Fischkasten eingerichtet ist) 1,3 m tief lag, während vor der Mündung auf der Barre nur 0,6 bis 0,8 m Wassertiefe war. Der Versuch, den Kutter durch den fiscalischen Schleppdampfer Pfeil über die Barre zu ziehen, mifsglückte, weil die Taue brachen. Da gelang es dem Bagger im Monat Mai bei anhaltend ruhiger See während $5^1/_2$ Tage eine Rinne von 100 m Länge, 10 m oberer Breite, mit 2 m Wassertiefe durch die Barre herzustellen, durch welche der Kutter aus seiner Gefangenschaft in See auslaufen konnte. Der Baggerboden wurde einfach seitwärts des Baggers in See gepumpt.

Die Kosten der gesamten Bauausführung haben 183 693 ℳ betragen.

Zustand nach Beendigung des Baues.

Die Bauwerke haben sich nach ihrer Vollendung gut gehalten. Insbesondere ist dies bezüglich der aus losen rauhen Steinen hergestellten Deck- und Schutzwerke der Fall, welche sich, abgesehen von einigen unbedeutenden Sackungen, unversehrt erhalten haben. Auch die Steinschüttungen unter Wasser konnten, wo sich zeitweilig infolge starker Strömung bedeutendere Tiefen zeigten, mit geringen Kosten ergänzt werden. Natürlich werden die Steinwerke während der ersten Jahre besonderer Aufmerksamkeit und häufiger Ergänzungen bedürfen. Ebenso hat sich die Leitwand gegen den Andrang des Eises gut gehalten.

Wirkung des Baues.

Was die Wirkung der gesamten Bauanlage anbetrifft, so kann diese als zufriedenstellend bezeichnet werden, indem der Schutz der Stadt Leba vollständig erreicht und eine bessere Fahrtiefe im Seegatt sich ausgebildet hat. Die neue Mündung ist festgelegt, eine Verschiebung derselben kann nicht mehr vorkommen. Der abgeschnittene Lebastrom und die alte Mündung sind in der Versandung begriffen, indem sowohl der Flugsand vom Strande, besonders bei östlichen Winden, als auch die bei Seegang einlaufenden Wellen bedeutende Sandmassen in dem Strome und in der Mündung ablagern. Der Umfang der bereits eingetretenen Versandung ist auf dem Lageplan ersichtlich. Sobald die Versandung ein solche Höhe erreicht hat, dafs sie nicht von den Wellen bei hohem Seegange überspült wird, soll sie mit Strandgräsern bepflanzt werden, um auch den noch weiter anwehenden Sand aufzunehmen und auf diese Weise die ganze Fläche allmählich weiter zu erhöhen. Sodann wird die

Fläche im Anschlufs an die bereits vorhandenen plantagenartigen Anlagen mit Erlen, Weiden, Birken, Kiefern usw. bepflanzt und in der Mündung durch Anlage von Sandfangzäunen und Graspflanzungen eine Düne künstlich aufgezogen werden.

Zur Beurtheilung der durch die Ausströmung der Leba im Seegatt für das Aus- und Einlaufen der Fischerboote erzeugten Fahrtiefe und zum Vergleich mit den Zuständen vor der alten Lebamündung sind auf den betreffenden Zeichnungen die Tiefenlinien angegeben. In dem alten Lebastrom betrugen die Tiefen 2 m und darüber, nahmen aber nach der Mündung hin bis auf 1,5 und 1,2 m ab, aufserhalb vermochte der Ausstrom nur auf eine kurze Strecke 1 m Tiefe herzustellen und war nicht imstande, die an 80 m breite Sandbarre, auf welcher nur 0,5 und 0,4 m Wasser standen, zu durchbrechen. Es war daher natürlich, dafs die Lebaer Fischerboote, welche zum Auflaufen auf den Strand und zum bessern Fahren über die Barre mit flachem Boden versehen sind, und von denen die gröfsten 9,2 m Länge, 2,75 m Breite, im Innern 0,9 m Höhe haben, leer 0,23 m und beladen 0,85 m tief gehen, nur mit Schwierigkeit und bei bewegter See mit Gefahren über die Untiefe vor der Mündung fahren konnten. Der Lageplan der neuen Mündung enthält die Tiefenlinien nach einer Peilung vom 28. Mai 1889 und zeigt ein sehr viel günstigeres Bild. Binnenwärts sind überall Tiefen von 2,5 m und darüber vorhanden. Im Durchstich hat sich in dem leicht beweglichen Dünensande das den hydraulischen Verhältnissen entsprechende Profil mit 24 bis 26 m Breite und 3,7 bis 4 m Tiefe ausgebildet. Veränderungen des linken Ufers sind bisher nicht eingetreten, vielmehr hat sich dasselbe in einer mit dem rechten Ufer nahezu gleichlaufenden Richtung ohne Ufereinrisse oder Abbrüche erhalten, eine Befestigung des linken Ufers wird daher voraussichtlich nicht erforderlich werden. Neben der Leitwand verringert sich natürlich die Tiefe wegen der Profilverbreiterung in der See, sie beträgt aber immerhin noch 2,8 m am Ende der Wand. Aufserhalb der Leitwand, wo das Profil noch gröfser wird, ermäfsigt sich die Tiefe noch mehr, aber die Ausströmung ist doch noch immer so wirksam und imstande, die von der Küstenströmung herangeschwemmten Sandmassen fortzuschaffen, dafs sich in der Fahrrichtung eine Tiefe von 1,5 bis 1,6 m darstellt. Solange keine Brandung vor der Mündung steht, genügt diese Tiefe für die gegenwärtigen Fischerboote. Die Boote laufen ohne Schwierigkeit aus und ein, selbst tiefergehende schwedische Boote suchen den Hafen auf, und es ist vorgekommen, dafs verschlagene Fischerboote als Nothhafener eingelaufen sind.

Unter der Fürsorge der Staatsregierung für Hebung der Hochseefischerei sind in den letzten Jahren in den hinterpommerschen Häfen von Fischereigenossenschaften und einzelnen Fischern Hochseeboote angeschafft worden. Die meisten derselben sind auf Kiel gebaut und mit Deck versehen, messen 9,5 m in der Länge, 3,15 m in der Breite, 1,15 m in der Höhe und gehen leer 1,1 m, beladen 1,5 m tief. Doch kommen auch Flachboote vor mit Abmessungen von bezw. 12 m, 3,6 m, 1,05 m, 0,75 m und 1,1 m. Unter den dänischen Fischerbooten, welche zeitweise die hinterpommerschen Häfen aufsuchen, befinden sich selbst solche von 1,5 bis 1,8 m Tiefgang. Für derartige tiefergehende Hochseeboote sind die Tiefen vor der neuen Mündung freilich nicht ausreichend. Werden die Fischer auf der See vom Sturm überrascht, dann pflegt bis zu ihrer Rückkehr schon ein so hoher Seegang eingetreten zu sein, dafs die Boote auf der flachen Stelle der Einfahrtrichtung leicht auf den Grund stofsen und hierbei in die gröfste Gefahr gerathen können. Für solche Fälle ist die jetzige Tiefe ebenfalls noch nicht ausreichend.

Die Richtung der Ausströmung im Seegatt und die dadurch bedingte Fahrrichtung ist je nach der Küstenströmung und je nach der Windrichtung der Veränderung unterworfen. Bei anhaltenden östlichen Winden, wie solche z. B. im Monat Mai d. Js. geherrscht haben, schwenkt die Richtung nach Westen ab (siehe den Lageplan), während umgekehrt bei anhaltenden westlichen Winden eine östliche Abbiegung erfolgt. Wenn dies auch gerade kein wesentlicher Uebelstand ist, insofern die Fischer über die jedesmalige Fahrrichtung sich unterrichten müssen, zumal der Wechsel gewöhnlich nicht plötzlich eintritt, so wäre es doch höchst wünschenswerth, wenn die Fahrrichtung bis zur gröfseren Tiefe unveränderlich bliebe. Bei höherem Wasserstande und bei Seegang ist die nur bis Mittelwasser hinaufreichende Leitwand den aus See kommenden Fischern wenig sichtbar, zur Kenntlichmachung der Leitwand ist dieselbe mit einem 2 m über Mittelwasser hohen leichten Bretterwerk in Form eines Geländers versehen. Dasselbe wird zwar im Winter durch Eis zerstört, kann aber mit Leichtigkeit wieder hergestellt werden.

Auf einer hohen Düne westlich des Hafens ist eine in See weithin sichtbare Bake (Fischerbake) aufgestellt. Diese sowie der Kirchthurm in Leba giebt den Fischern die Richtung an, in welcher für den Flunderfang in der Ostsee die ergiebigsten Gründe liegen. Bemerkenswerth erscheint noch, dafs während weiter ostwärts bis zur alten Mündung der Strand in die See vorrückt, dies neben der Leitwand nicht der Fall ist. Die Ursache hiervon liegt darin, dafs die mit östlicher Küstenströmung herangeführten Sandmassen über die nur bis Mittelwasser hinaufreichende Leitwand geworfen und dann durch die Ausströmung fortgeschwemmt werden.

Ein Liegehafen binnenwärts an der Leba, wo die Fischerboote bei Unwetter sicher liegen, der Fischfang abgesetzt, die Fischereigeräthe in die Fahrzeuge ein- und ausgebracht und die Boote zur Reparatur auf Land gezogen werden können, ist nicht erbaut, weil die Boote am rechten Lebaufer bei dem Dahlschen Graben und oberhalb des Mühlgrabens vor den Räucherhäusern daselbst zweckmäfsig liegen und auch im Mühlgraben bis nach der Stadt hinaufgehen. Zum Schutz der Fische bei ihrem Wandern von der Ostsee nach den Binnenflüssen und umgekehrt sind in der Ostsee und im Lebasee vor den Mündungen Fischschonreviere eingerichtet, deren Grenzen durch auf dem Lande aufgestellte Baken bezeichnet werden. Die Schonreviere dürfen nicht befischt werden.

Ueber den Einflufs der neuen Lebamündung auf die Wasserstände des Lebasees und besonders auf die Ueberschwemmungen der Wiesen und der städtischen Ländereien bei Sturmfluthen ist noch folgendes zu bemerken. Bekanntlich ist der allgemeine Wasserstand der Ostsee keineswegs unveränderlich. Indem bei anhaltenden westlichen Winden Wasser aus der Nordsee in die Ostsee und umgekehrt bei östlichen Winden Wasser aus der Ostsee in die Nordsee getrieben wird, tritt natürlich ein Steigen bezw. Fallen der Ostsee ein. Beispielsweise wehten im Monat Mai d. Js. an 27 Tagen östliche Winde, die Folge war ein dauernd niedriger Wasserstand, dessen Monatsmittel 23 cm unter Mittelwasser betrug. Andererseits waren z. B. im Jahre 1881 in den Monaten Juni, Juli und August die Monatsmittel über

Mittelwasser bezw. 4 cm bei 20 Tagen mit westlichen Winden, 9 cm bei 29 Tagen desgl. und 22 cm bei 24 Tagen mit westlichen Winden. Diese Schwankungen der Ostsee üben natürlich einen Einflufs auf die Wasserstände in den unteren Strecken der in die See mündenden Flüsse sowie auf die Strandseen und die um dieselben liegenden Wiesen usw. aus. Die Strandseen, von denen die meisten eine beträchtliche Ausdehnung haben (Jamunder-, Buckower-, Garder-, Lebasee) sind nur durch eine schmale Nehrung von der Ostsee getrennt, ihr Ausflufs (gewöhnlich Tief genannt) ist daher nur kurz und hat ein geringes Gefälle. Der längste dieser Ausflüsse ist der Lebastrom vom Lebasee bis in die Ostsee mit rund 3000 m, bei den anderen Seen beträgt die Länge nur einige hundert Meter. Treten in den Sommermonaten andauernd höhere Ostseewasserstände ein, so geschieht dies auch in den Landseeen und veranlafst Ueberschwemmungen der nur wenig über Mittelwasser der Seeen belegenen Wiesen und Brücher. In solchen Fällen entstehen Klagen über Wassersnoth, doch ist hiergegen eine Abhülfe nicht zu schaffen. Aufser den Schwankungen des allgemeinen Wasserstandes der Ostsee finden an der Küste auf längere oder kürzere Strecken noch strichweise Schwankungen statt, jenachdem heftige Land- oder Seewinde wehen. Erstere treiben das Wasser von der Küste fort und veranlassen einen besonders niedrigen Wasserstand, letztere stauen das Wasser gegen die Küste auf, wodurch besonders hohe Wasserstände an derselben entstehen. Schwere Stürme und Orkane aus der See verursachen die Sturmfluthen, die das Wasser an der Küste oft in wenig Stunden zu beträchtlicher Höhe aufstauen. Hierbei wird das Gefälle des Ausflusses aus den Landseeen nicht nur aufgehoben, sondern es tritt auch eine starke Rückströmung ein, welche die Landseen ebenfalls in kurzer Zeit anschwellen läfst.

Die gröfste Geschwindigkeit des einströmenden Ostseewassers findet in der durch die Düne begrenzten Mündungsöffnung statt, weil hier das Profil am kleinsten ist. So lange die heftige Einströmung andauert, wird die Düne in Abbruch versetzt und es bildet sich hierdurch ein Einströmungsprofil, welches je nach der Gröfse der Landseen mehr oder weniger weit geöffnet ist. Je gröfser nämlich der Landsee, desto langsamer schwillt er an, desto länger dauert die Einströmung und desto mehr wird die Düne abgebrochen, also um so weiter gestaltet sich die Oeffnung in der Düne. Bei den kleineren Landseen beträgt die Weite der Dünenöffnung etwa 50 bis 100 m, bei dem 24 qkl grofsen Jamundschen See 200 m und bei dem Lebasee 250 bis 300 m; im Jahre 1883 war sie 260 m weit (siehe die Zeichnung: Einströmung der Ostsee, Bl. 15). Je weiter die Oeffnung, desto mehr Wasser fliefst dem Landsee zu. So strömten bei der Sturmfluth am 4. und 5. December 1883, welche eine Höhe von 18 m über M.-W. erreichte, in wenigen Stunden etwa 12 000 000 cbm Wasser in den Jamundschen See und erhoben seinen Wasserstand um 49 cm. Eine Einengung dieser Oeffnungen, etwa durch Aufziehen von künstlichen Dünen oder durch leichtere Pfahlwerke, hat sich als unausführbar erwiesen, weil diese Werke durch die Einströmung bei Sturmfluthen jedesmal zerstört worden sind; wohl aber würde der Zweck durch Anlage von Steindämmen erreicht werden können, wie dies bei der neuen Lebamündung durch die Steinbuhne auf der Westseite mit gutem Erfolge geschehen ist. Der Angriff der Wellen bei Sturmfluthen gegen die Düne, den Strand und gegen den flach ansteigenden Meeresgrund veranlafst, dafs das Meereswasser längs der Küste stark mit Sand geschwängert ist. Es werden daher beim Einstrom bedeutende Sandmassen mitgeführt, die sich in den Landseen vor den Ausmündungen niederschlagen und hier ausgedehnte Sandbänke bilden. Im Laufe der Zeit erhöhen sich die Bänke infolge fortgesetzter Uebersandungen immer mehr, und wenn sie bis über Mittelwasser der Seen angewachsen sind, bildet sich eine Grasnarbe darauf und es entstehen Wiesen und Hütungen, die sich allmählich an die Nehrung anschliefsen. Daher kommt die fast allgemeine Erscheinung, dafs die Nehrung an dieser Stelle, also bei dem Tief, eine gröfsere Breite hat, als nebenbei. Vor der Ausmündung des Lebastromes aus dem Lebasee liegen Sandbänke von ganz beträchtlicher Ausdehnung, welche bei kleinem Wasser trocken sind, aber auch bei höherem Wasser mit Fischerkähnen nicht überfahren werden können, weshalb die in Krümmungen neben dem Seeufer sich entlang ziehende tiefere Rinne aufgesucht werden mufs (siehe die Zeichnung: Umgebung des Lebasees auf Blatt 15).

Gewöhnlich ist der Vorgang bei Sturmfluthen folgender: Indem das Wasser an der Küste schnell ansteigt, bildet sich infolge des starken Gefälles nach dem Strandsee eine so heftige Einströmung, dafs die unter Mitwirkung der Küstenströmung von den Wellen in die Mündung geworfenen Sand- und Kiesmassen von der Einströmung mit fortgeführt werden. In dem Mafse, wie der Strandsee durch den Wasserzuflufs ansteigt, vermindert sich das Gefälle, besonders auch wenn die Ostsee nach Erreichung des höchsten Standes allmählich fällt; dann verringert sich auch die Einströmungsgeschwindigkeit, bis sie endlich nicht mehr kräftig genug ist, die vom Seegang noch fortwährend in die Mündung geworfenen Massen zu beseitigen. Auf diese Weise entsteht in der Mündung eine mehr oder weniger hohe Sand- und Kiesablagerung oft von beträchtlicher Breite. Ist die Sandablagerung verhältnifsmäfsig niedrig, sodafs sie noch unter dem Wasserspiegel des aufgestauten Binnensees liegt, dann findet natürlich bei fallender Ostsee eine Ausströmung statt, wobei das Wasser um so heftiger über die Ablagerung stürzt, je gröfser der Wasserspiegelunterschied zwischen Ostsee und Binnensee ist. Meistentheils reifst das abfliefsende Wasser an der niedrigsten Stelle des Sandrückens eine Rinne aus, die sich bald verbreitert und vertieft und ganz von selbst sich zu der früheren Mündung ausbildet. Im anderen Fall, wenn die Sandablagerung in der Mündung höher ist, als das Wasser des Binnensees, tritt bei fallender Ostsee die Ablagerung zu Tage und man kann über dieselbe hinübergehen oder hinüberfahren. Alsdann ist die Auswässerung des Binnensees vollständig abgeschnitten, und zu ihrer Wiederherstellung mufs erst ein Graben durch die Sandablagerung aufgeworfen werden. Bei der Sturmfluth am 4. und 5. December 1883 war das Tief des Jamunder Sees so gänzlich mit Sand und faustgrofsen Steinen zugeschlagen, dafs es erst einer dreitägigen Arbeit mit zusammen 162 Arbeitertagwerken bedurfte, um eine etwa 200 m lange Rinne in der Ablagerung herzustellen, die sich dann in kurzer Zeit zu einem reifsenden Strome ausbildete.

Durch das Ansteigen der Strandseen bei Sturmfluthen werden auch die um die Seen belegenen Wiesen und Aecker unter Wasser gesetzt. Glücklicherweise treten die Sturmfluthen seltener in den Sommermonaten auf, sodafs sie in der anderen Zeit der Landwirthschaft keinen erheblichen Schaden zufügen, dennoch aber werden häufig Anträge gestellt und Vorschläge

gemacht, den Eintritt des Ostseewassers in den Binnensee durch Erbauung von Absperrschleusen gänzlich abzuhalten. Bei kleineren Seen sind auch derartige Schleusen ausgeführt, z. B. bei dem Ostrower See westlich von Rixhöft zur Abhaltung des Ostseewassers von der ausgedehnten Ostrower Niederung, ferner in der Patene, dem Ausflufs aus dem Hintersee und Muddelsee westlich von Stolpmünde. Diese letztere ist infolge mangelhafter Unterhaltung bei einer Sturmfluth zerstört worden. Bei den grofsen Binnenseen verbieten sich derartige Anlagen wegen der sehr hohen Bau- und Unterhaltungskosten von selbst. Hier wird nur, wenn auch keine vollständige Abhülfe, so doch eine nicht unwesentliche Verbesserung durch möglichste Verengung der weiten Einströmungsöffnungen erreicht werden können.

In dieser Beziehung wird die neue Lebamündung voraussichtlich einen günstigen Erfolg haben, indem ihre Einströmungsöffnung bei Hochwasser nur 46 m weit ist, während dieselbe bei der alten Mündung 250 bis 300 m weit war.

Ergänzend zu Vorstehendem ist noch zu bemerken, dafs nicht selten auch bei nur mäfsig bewegter Ostsee die Auswässerung der Strandseen abgeschnitten wird. Wenn nämlich zur Zeit anhaltender Trockenheit die Speisung der Strandseen aus dem Binnenlande und damit auch die nach der Ostsee ausfliefsende Wassermenge sich verringert, oder wenn die Ostsee mit dem Binnensee nahezu gleich hoch steht, also das Gefälle des Ausstromes entweder gänzlich oder nahezu aufgehoben ist, dann ist die Ausströmung nicht kräftig genug, den von den Wellen in den Auslauf auf dem Strande geworfenen Sand fortzuführen, alsdann bildet sich auf dem Strande meistens neben der Seegrenze ein kleiner Sandwall (Riff), hoch genug, den Ausflufs abzuschneiden. Nicht selten verhindert dieser Wall bei weiter steigender Ostsee das Einströmen des Ostseewassers nach dem Binnensee. Ist die Ostsee wieder gefallen, so läfst sich der meistens nur wenige Meter breite Sandwall mit Leichtigkeit durchstechen, um die Auswässerung wieder in Flufs zu bringen.

Wie bei jedem Hafen im Laufe der Zeit das Bedürfnifs nach Verbesserung desselben sich geltend macht, so treten auch jetzt schon die lebhaftesten Wünsche hervor, durch weitere bauliche Anlagen in See eine tiefere und gesichertere Einfahrt in den Lebaer Hafen herzustellen. Bei der erwiesenermafsen guten Spülkraft der Leba würde durch Verlängerung der Leitwand neben und in ihrer Richtung aufserhalb derselben eine gröfsere Tiefe sich herstellen und auch erhalten. Sollte später statt derselben eine Mole oder ein Hafendamm erbaut werden müssen, so würde die Leitwand als hafenseitiger Abschlufs beibehalten werden können. Ob dann ferner die Steinbuhne auf der Westseite zu verlängern und an dieselbe ein linksseitiges Leitwerk anzuschliefsen wäre, wird sich erst entscheiden lassen, wenn durch regelmäfsig monatlich und aufserdem nach jedem gröfseren Sturme ausgeführte Peilungen im Seegatt und im Hafen, namentlich auch auf der Steinschüttung vor der Uferspundwand, weitere Erfahrungen über die Wirksamkeit und das Verhalten der Ausströmung gesammelt sein werden.

Cöslin, im Juni 1889. Benoit.

Fürstenberg, im März 1889. Paul Roloff.

Untersuchungen über die Bewegung des Wassers in Canälen und Flüssen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 17 im Atlas.)

Wenn auch die theoretische Hydrodynamik in den Forschungen ihres ersten Theiles über die Bewegung idealer d. i. „nicht reibender“ Flüssigkeiten glänzende Erfolge aufzuweisen hat, so stehen hiergegen die Ergebnisse des zweiten Theiles dieser Wissenschaft, welcher die Bewegegung realer d. i. „reibender“ Flüssigkeiten behandelt, erheblich zurück. Neben der theoretischen Ermittlung des bekannten Ausflufscoefficienten und der Bestätigung des Poiseuilleschen Gesetzes, nach welchem die Ausflufszeit einer durch Haarröhren strömenden Wassermenge direct proportional der Länge der Röhre, umgekehrt proportional dem Druckunterschiede an beiden Enden und der vierten Potenz des Durchmessers ist,[1]) dürfte die Bestimmung des Coefficienten der „inneren Reibung“ des Wassers, welchen Meyer = 0,0132[2]), Helmholtz und Piotrowski = 0,014061 für Centimeter und Secunde aus Versuchen ermittelt haben, als das für die praktische Hydrotechnik wichtigste Ergebnifs zu bezeichnen sein. Für die in der Ueberschrift angedeutete Aufgabe, welche für die Praxis von ganz aufserordentlicher Bedeutung ist, konnte eine streng wissenschaftliche Lösung bis jetzt noch nicht geliefert werden. Mit Recht darf als Grund der Schwierigkeit und Fruchtlosigkeit dieser Forschungen nicht etwa die Unzulänglichkeit der mathematischen Rechnungsweisen, sondern die Unzulänglichkeit der grundlegenden Anschauungen über das Wesen der Materie betrachtet werden; erst wird die Frage endgültig entschieden sein müssen, ob die Materie stetig den Raum erfüllt (Stetigkeitshypothese), oder ob sie aus einzelnen Massentheilchen zusammengesetzt ist (Molecularhypothese), bevor man mit der Wirklichkeit übereinstimmende Werthe aus theoretischen Untersuchungen über Flüssigkeitsbewegungen erwarten darf, bei denen gerade die von den kleinsten Theilen der Flüssigkeit im Innern ausgeübten Kräfte trotz ihrer verhältnifsmäfsigen Kleinheit doch sehr beträchtlich in die Erscheinung treten.

Jene überschriftlich angedeutete Aufgabe konnte daher nur in der Weise behandelt werden, dafs von den verschiedenen Forschern die aus besonderen Versuchen erhaltenen Ergebnisse durch die passendsten und einfachsten mathematischen Formeln ausgedrückt wurden. Leider zeigte sich sehr bald, dafs diese Formeln wohl für solche den Versuchen ähnliche Verhältnisse annähernd richtige Werthe lieferten, allein für abweichende Verhältnisse sind die Ergebnisse der Formeln weder unter einander noch mit der Wirklichkeit in Uebereinstimmung zu bringen. In neuerer Zeit haben zwei schweizerische Ingenieure eine neue Formel aufgestellt, welche mit nur einem veränderlichen Coefficienten alle Messungsergebnisse in sich begreifen soll. Die Formel ist ebenfalls auf graphisch-empirischem Wege abgeleitet und ergiebt, da alle untersuchten Verhältnisse berücksichtigt sind, meistens auch überall nur mittlere Abweichungen, sie bleibt aber jede Erklärung über die Natur ihrer Coefficienten schuldig.

1) Mém. des Sav. Etr. t. 9 1846.

2) Meyer, Pogg. Ann. Bd. 113, S. 384; 1861.

Wenn wir nun im Nachfolgenden den umgekehrten Weg einschlagen, nämlich unter von vornherein gemachten Annahmen eine Formel über die Bewegung des Wassers in Canälen abzuleiten, so darf dieses Verfahren einen Anspruch auf strenge Wissenschaftlichkeit aus den oben angeführten Gründen durchaus nicht erheben, vielmehr wird ein solcher erster Versuch, auf möglichst elementarem Wege die in Rede stehenden Erscheinungen zu beschreiben, die weitgehendste Nachsicht in Anspruch nehmen müssen.

1.

Betrachten wir die durch den symmetrischen Querschnitt F eines Canals in einer Secunde fliefsende Wassermenge, so wird diese einen Rauminhalt $= F \cdot v$ und ein Gewicht von der Gröfse $F \cdot v \cdot p$ haben, wenn v die mittlere Geschwindigkeit und p das Gewicht der Raumeinheit Wasser bezeichnet. Nehmen wir an, die Bewegung sei eine gleichförmige, sodafs die treibenden Kräfte den widerstehenden gleich sind, und betrachten den Vorgang nicht vom dynamischen, sondern vom statischen Standpunkte aus, was zulässig ist, da an Stelle jedes seinen Platz verlassenden Wassertheilchens sofort ein anderes unter genau denselben Bedingungen treten mufs, so haben wir es mit einem Körper auf einer um den Winkel φ geneigten schiefen Ebene zu thun, der mit einer Kraft von $F \cdot v \cdot p \cos \varphi$ normal auf seine Unterlage drückt und mit einer Kraft von $F \cdot v \cdot p \sin \varphi$ auf der schiefen Ebene herabzugleiten strebt. Die normalen Druckkräfte werden — feste Wandungen vorausgesetzt — durch diese aufgehoben; die auf die abwärts gerichtete Bewegung wirkende Gleitkraft $F \cdot v \cdot p \sin \varphi$ mufs durch die am benetzten Umfange entstehenden, sog. Reibungskräfte vernichtet werden. Es ist daher vornehmlich nöthig, Annahmen über die Gröfse und Vertheilung dieser am benetzten Umfange auftretenden Reibungskräfte zu machen, und es ist klar, dafs diese Annahmen äufserst einfach gehalten werden müssen, wenn die Möglichkeit der rechnerischen Durchführbarkeit und der allgemeinen Anwendbarkeit für alle Profile und Materialien gewahrt bleiben soll.

Die Versuche haben unzweifelhaft erwiesen, dafs der Widerstand, welchen der benetzte Umfang der Bewegung des abfliefsenden Wassers entgegensetzt, nach dem Grade der Rauhigkeit der benetzten Fläche verschieden grofs ist. Es geht aber aus den Versuchen ebenso unzweifelhaft hervor, dafs der Widerstand selbst der glattesten Wände nicht gleich Null wird. Wenn dies doch der Fall sein sollte, so würde bei absolut glatten Wandungen das Eintreten einer gleichförmigen Bewegung unmöglich sein, da Reibungskräfte zur Vernichtung der Gleitkraft nicht würden entstehen können. Demgemäfs müssen wir annehmen, dafs die vom benetzten Umfange geleistete Widerstandskraft zunächst aus zwei Theilen besteht, von denen der eine von dem Grade der Rauhigkeit der vom Wasser berührten Flächen allein abhängt, während wir den anderen als von dem Material dieser Flächen abhängig denken. Der Kürze und Anschaulichkeit halber nennen wir den ersteren den „Rauhigkeitswiderstand", den letzteren den „Adhäsionswiderstand", ohne dafs hierbei moleculare Wirkungen besonders ins Auge gefafst werden sollen, vielmehr mag diese Bezeichnung nur andeuten, dafs die entsprechende Kraft durch mechanische Eingriffe nicht zum Verschwinden gebracht werden kann. Die Versuche haben nun ferner auch ergeben, dafs die Form des Querprofils nicht ohne Einflufs auf die Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers ist. Wir wollen auch diesen berücksichtigen und ihn als „Profilwiderstand" bezeichnen, sodafs also die gesamte auf den fliefsenden Wasserkörper ausgeübte Hemmungskraft in drei Theile: den Rauhigkeits-, den Adhäsions- und den Profil-Widerstand zerlegt ist.

Um die Gröfse dieser Kräfte zu bestimmen, nehmen wir als gemeinsame Eigenschaften aller drei an, dafs sie gleichmäfsig auf der benetzten Umfangsfläche vertheilt und dem Einheitsgewichte der Flüssigkeit proportional sind, ferner, dafs alle drei mit dem Neigungswinkel des Canals, aber vielleicht nach verschiedenen Functionen von φ, veränderlich sind, und endlich, dafs die von ihnen hervorgerufenen Widerstandskräfte nach dem Quadrat der Geschwindigkeit des fliefsenden Wassers wachsen. Wir unterscheiden die drei Kräfte dadurch von einander, dafs wir den Adhäsionswiderstand unabhängig von dem durch den Wasserkörper auf die Flächeneinheit seiner Unterlage ausgeübten (specifischen) Druck, den Rauhigkeitswiderstand dagegen diesem Druck umgekehrt, den Profilwiderstand — vorläufig — diesem Druck proportional annehmen. Diese Voraussetzungen lassen sich zwar mit den Anschauungen der Statik über Reibung nicht überall ganz in Einklang bringen, allein es darf hierbei auch nicht übersehen werden, dafs die Reibungskräfte bei Flüssigkeiten in ganz anderer Weise in Wirksamkeit treten müssen als bei festen Körpern. Von einer eingehenden Begründung der gemachten Annahmen glauben wir im Interesse der Kürze und mit Rücksicht darauf absehen zu dürfen, dafs zu diesem Zwecke die Aufstellung neuer, ebenfalls nicht zweifellos nachweisbarer Voraussetzungen erforderlich sein würde. Es bleibt nur möglich, das Zutreffende der Annahmen an der Uebereinstimmung der daraus abgeleiteten Formelergebnisse mit den Ergebnissen der Messungen zu prüfen.

Bezeichnen wir nun den von der Flächeneinheit des benetzten Umfanges s gelieferten Adhäsionswiderstand mit βp, so wird, da die Fläche des ganzen vom betrachteten Wasserkörper berührten Bettes $s \cdot v$ ist, der Adhäsionswiderstand der ganzen Umfangsfläche $= \beta \cdot p \cdot s \cdot v$ sein. Nach den obigen Annahmen ist derselbe noch einer Function des Gefälles ($J = \operatorname{tg} \varphi$) und dem Quadrate der Geschwindigkeit des Wassers proportional zu setzen, und wir erhalten dann die Gröfse des gesamten Adhäsionswiderstandes $W_\mu = \beta \cdot p \cdot s \cdot v \cdot f_2(J) \cdot v^2$. Der auf die Gewichtseinheit des fliefsenden Wasserkörpers ausgeübte „specifische" Adhäsionswiderstand ergiebt sich hieraus $W_\mu = \beta \cdot f_2(J) \cdot \frac{p \cdot s \cdot v}{p \cdot F \cdot v} \times v^2$, oder $W_\mu = \frac{\beta f_2(J)}{R} v^2$, wenn wir für das Verhältnifs $\frac{F}{s}$ die bekannte gebräuchliche Bezeichnung R (= mittlerer Radius) einsetzen.

Um in ähnlicher Weise den auf die Gewichtseinheit des fliefsenden Wasserkörpers ausgeübten specifischen Rauhigkeitswiderstand W_ν zu bestimmen, ist zu beachten, dafs, wie bereits erwähnt, das auf dem Umfang lastende Gewicht des Wasserkörpers $= F \cdot v \cdot p \cos \varphi$ und demnach der auf die Flächeneinheit entfallende Antheil $\frac{F \cdot v \cdot p \cos \varphi}{s \cdot v} = R p \cos \varphi$ ist. Diesem specifischen Normaldruck, also der veränderlichen Gröfse R, ist mithin der Rauhigkeitswiderstand umgekehrt proportional zu setzen. Bezeichnen wir nun, wie oben, mit αp den von der Flächeneinheit des benetzten Umfanges ausgeübten Rauhigkeitswiderstand, so wird vom ganzen Umfange, entsprechend den

gemachten Annahmen, eine Hemmungskraft von der Gröfse $\frac{\alpha f_1(J)}{R} ps \cdot v \cdot v^2$ ausgeübt, von welcher der auf die Gewichtseinheit des fliefsenden Wasserkörpers entfallende Antheil

$$W_\nu = \frac{\alpha f_1(J)}{R} \cdot \frac{p \cdot s \cdot v}{F \cdot v \cdot p} \cdot v^2 = \frac{\alpha f_1(J)}{R^2} \cdot v^2 \text{ ist.}$$

Endlich möge γp den von der Flächeneinheit des benetzten Umfanges herrührenden Profilwiderstand bezeichnen, dann ist der gesamte Profilwiderstand $W_\pi = \gamma \cdot f_3(J) \cdot Rps \cdot v \cdot v^2$ und der specifische Profilwiderstand

$$W_\pi = \gamma \cdot f_3(J) \cdot \frac{R \cdot p \cdot s \cdot v}{F \cdot v \cdot p} \cdot v^2 = \gamma f_3(J) v^2.$$

Wir haben somit für die auf die Gewichtseinheit des fliefsenden Wasserkörpers ausgeübte Hemmungskraft den Ausdruck

$$W_\mu + W_\nu W_\pi = \left\{ \frac{\alpha \cdot f_1(J)}{R^2} + \frac{\beta f_2(J)}{R} + \gamma f_3(J) \right\} v^2$$

gefunden, welcher bei gleichförmiger Bewegung ebenso grofs als die auf dieselbe Gewichtseinheit ausgeübte Gleitkraft sein mufs. Letztere ist $= \frac{F \cdot v \cdot p}{F \cdot v \cdot p} \sin \varphi$ oder $= J$, wenn wir unsere Betrachtungen lediglich auf Fälle mit so kleinem Neigungswinkel α beschränken, dafs der Sinus mit der Tangente vertauscht werden kann. Wir erhalten dann die Gleichung

$$\text{I)} \qquad J = \left\{ \frac{\alpha \cdot f_1(J)}{R^2} + \frac{\beta f_2(J)}{R} + \gamma f_3(J) \right\} v^2,$$

welche ausdrückt, dafs die Summe sämtlicher wirkenden Kräfte, geschätzt nach der Bewegungsrichtung, verschwinden mufs.

Aus Gleichung I ergeben sich durch sehr einfache Umwandlungen

$$\text{II)} \qquad \frac{R^2 J}{v^2} = \alpha f_1(J) + \beta f_2(J) \cdot R + \gamma f_3(J) R^2$$

und

$$\text{III)} \qquad v = \sqrt{\frac{R}{\alpha f_1(J) + \beta f_2(J) R + \gamma f_3(J) R^2}} \cdot \sqrt{RJ}.$$

Von der Fortsetzung der statischen Betrachtung sehen wir unter Hinweis auf das nie zum Verschwinden zu bringende Kräftepaar (Moment) ab.

2.

Um nun zu zeigen, dafs die vorgetragenen Ausführungen nicht ganz abseits von den durch die Messungen ermittelten Werthen liegen, wenden wir die letzten Gleichungen auf die von dem Herrn Wirkl. Geheimrath Dr. G. Hagen im Jahrgang 1881 S. 403 u. ff. der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlichten Messungen an, welche von dem Captain Allan Cunningham in den Jahren 1874 bis 1879 an dem Ganges-Canal mit der gröfsten Sorgfalt ausgeführt sind. Zu diesem Zwecke eignet sich am besten die Gleichung II, da die rechte Seite derselben eine nach Potenzen von R entwickelte Function darstellt. Um jedoch die nähere Bestimmung der Functionen von J zu vermeiden, müssen wir annehmen, dafs dieselben für kleine Werthe von J nahezu constant sind und als in die Coefficienten α, β, γ eingehend gedacht werden können. Setzen wir nun die linke Seite der Gleichung II $\frac{R^2 J}{v} = y$, ferner $\alpha f_1(J) = \alpha'$, $\beta f_2(J) = \beta'$ und $\gamma f_3(J) = \gamma'$, so erhalten wir die Gleichung

$$\text{IV)} \qquad y = \alpha' + \beta' R + \gamma' R^2,$$

aus welcher die Werthe der neuen Coefficienten α', β', γ' bestimmt werden können, da die Werthe für y sich aus den Messungsergebnissen berechnen lassen.

Werden die R als Abscissen, die y als Ordinaten angenommen, so kennzeichnet Gleichung IV eine parabolische Curve, welche die Ordinaten-Achse in der Entfernung α' vom Anfang schneidet und deren Achse senkrecht zur x-Achse steht; die Curve steigt mit erhabener Krümmung zu dieser Achse fortwährend, ihre Tangente bildet an der Stelle $R = 0$ mit der Abscissen-Achse einen Winkel, dessen Tangente β' ist.

In nebenstehender Tabelle I sind die erwähnten Messungen in der veröffentlichten Reihenfolge wiederholt und es ist überall der Werth für $\frac{R^2 J}{v} = y$ beigesetzt; die letzte Spalte enthält R in Metermafs. Diese Zahlen sind auch für die graphische Darstellung benutzt, während für die Rechnung das englische Fufsmafs (1 Fufs englisch = 0,3048 m) beibehalten ist. Es verdient bemerkt zu werden, dafs die Werthe von y unabhängig von jedem Mafssystem sind.

Die in Abb. 1 auf Bl. 17 durch Zeichnung dargestellten Werthe von y lassen nun deutlich mehrere Gruppen erkennen, von denen jede für sich das oben angeführte Parabelgesetz befolgt. Von den 43 Messungen bilden die Nr. 101 bis 127 und Nr. 197 in 11 Messungen die erste Reihe; Nr. 151 bis 163 und Nr. 212 bis 217 bilden mit ebenfalls 11 Messungen eine zweite Reihe; Nr. 201 bis 205 stellen in 4 Messungen eine dritte Reihe dar, Nr. 221 bis 225 in 5 Messungen eine vierte Reihe, und endlich wird eine fünfte Reihe durch die 7 Messungen Nr. 131 bis 139 gebildet. Für die noch übrig bleibenden 5 Messungen Nr. 173 bis 181 ordnen sich die Werthe y in keine den anderen ähnliche Reihe; es darf angenommen werden, dafs, wenn diese Messungen thatsächlich fehlerfrei sind, hier die Glieder, mit denen sie entsprechende Reihen bilden würden, ausgefallen sind.

Bei der Bildung der einzelnen Reihen waltet keinerlei Willkür ob, vielmehr scheiden sich die einzelnen Reihen in der graphischen Darstellung so offenbar von einander und zeigen trotzdem im allgemeinen denselben Curvenlauf, dafs zweifellos auf eine Verschiedenheit in den Grundelementen geschlossen werden mufs.

Gehen wir von der ersten Reihe, für welche R den weitesten Spielraum von 0,21 m bis 2,42 m aufweist, aus und bestimmen die Coefficienten α', β' und γ'. Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergeben sich dieselben aus den drei Gleichungen:

$$\begin{aligned} n\alpha' + \beta' \Sigma R + \gamma' \Sigma R^2 &= \Sigma y, \\ \alpha' \Sigma R + \beta' \Sigma R^2 + \gamma' \Sigma R^3 &= \Sigma y R, \\ \alpha' \Sigma R^2 + \beta' \Sigma R^3 + \gamma' \Sigma R^4 &= \Sigma y R^2. \end{aligned}$$

Setzt man für n, ΣR, ΣR^2 usw. die zutreffenden Zahlenwerthe ein, so lauten die Gleichungen:

$$\begin{aligned} 11\alpha' + 59{,}01\beta' + 375{,}0217\gamma' &= 0{,}0062657, \\ 59{,}01\alpha' + 375{,}0217\beta' + 2530{,}2476\gamma' &= 0{,}038938, \\ 375{,}0217\alpha' + 2530{,}2476\beta' + 17296{,}23\gamma' &= 0{,}261949, \end{aligned}$$

und es ergeben sich daraus α', β', γ' wie folgt:

$$\begin{aligned} \alpha' + 6{,}7469365\beta' + 46{,}920565\gamma' &= 0{,}00069849025, \\ \alpha' + 6{,}3552228\beta' + 42{,}878127\gamma' &= 0{,}00065985426, \\ \alpha' + 5{,}3645454\beta' + 34{,}092882\gamma' &= 0{,}00056960909. \end{aligned}$$

Hieraus durch Subtraction:

$$\begin{aligned} 0{,}3917137\beta' + 4{,}042438\gamma' &= 0{,}00003863599, \\ 1{,}3823911\beta' + 12{,}827683\gamma' &= 0{,}00012888116, \end{aligned}$$

Tabelle I. Messungen des Ganges-Canals.

Nummer der Messung	R in engl. Fufs	v in engl. Fufs	J	$y = \frac{R^2 \cdot J}{v^2}$	R in Meter	Bemerkungen.
101	7,94	4,06	0,000189	0,0007229	2,420	1. Reihe.
103	7,65	3,87	207	8089	2,332	1. „
105	7,19	3,70	222	8383	2,192	1. „
113	6,88	3,85	228	7281	2,097	1. „
117	6,14	3,67	220	6158	1,871	1. „
119	5,43	3,74	245	5164	1,655	1. „
121	5,00	3,43	240	5100	1,524	1. „
124	3,26	2,43	195	3509	0,994	1. „
125	1,95	1,61	203	2978	0,594	1. „
127	0,69	0,60	113	1949	0,210	1. „
131	4,20	1,24	025	2868	1,280	5. „
132	3,65	4,83	473	2701	1,113	5. „
135	2,99	3,20	253	2209	0,911	5. „
136	2,94	2,79	208	2310	0,896	5. „
137	2,94	2,51	200	2744	0,896	5. „
138	2,72	2,54	145	1663	0,829	5. „
139	2,52	2,20	151	1981	0,768	5. „
151	9,34	4,02	227	0,0012254	2,847	2. „
155	8,42	3,58	217	12004	2,566	2. „
158	7,84	3,43	215	11233	2,390	2. „
160	7,26	3,22	214	10879	2,213	2. „
162	6,78	3,39	221	8840	2,067	2. „
163	6,18	3,05	171	7021	1,884	2. „
173	3,86	1,35	088	7194	1,177	} ohne Reihenglieder.
174	4,20	1,34	125	12280	1,280	
175	4,07	1,79	215	11115	1,241	
180	2,26	0,87	148	9987	0,689	
181	1,69	0,44	090	13277	0,515	
197	6,88	3,85	228	7281	2,097	1. Reihe. Identisch mit 113.
201	9,02	3,17	191	15464	2,749	3. Reihe.
202	8,72	3,12	200	15623	2,658	3. „
204	8,21	3,01	198	14730	2,502	3. „
205	7,96	3,07	208	13983	2,426	3. „
212	7,46	2,94	160	10302	2,274	2. „
214	7,05	2,81	146	9190	2,149	2. „
215	6,79	2,80	145	8527	2,070	2. „
216	6,53	2,70	144	8423	1,990	2. „
217	6,32	2,63	140	8084	1,926	2. „
221	4,84	2,86	295	8449	1,475	4. „
222	4,50	2,82	291	7410	1,372	4. „
223	4,37	2,79	297	7283	1,332	4. „
224	4,18	2,74	304	7075	1,274	4. „
225	4,07	2,71	0,000306	0,0006902	1,241	4. „

1. Reihe: Coefficienten-Berechnung.

Nummer	R	R^2	R^3	R^4
101	7,94	63,0436	500,5662	3974,50
103	7,65	58,5225	447,6971	3424,90
105	7,19	51,6961	371,6950	2672,49
113	6,88	47,3344	325,6607	2240,54
197	6,88	47,3344	325,6607	2240,54
117	6,14	37,6996	231,4755	1421,26
119	5,43	29,4849	160,1030	869,36
121	5,00	25,0000	125,0000	625,00
124	3,26	10,6276	34,6460	112,95
125	1,95	3,8025	7,4149	14,46
127	0,69	0,4761	0,3285	0,23
$\Sigma R_{33} =$	59,01	375,0217	2530,2476	17596,23

Nummer	y	Ry	R^2y
101	0,0007229	0,005741	0,045582
103	8089	6188	47336
105	8383	6028	43338
113	7281	5009	34464
197	7281	5009	34464
117	6158	3781	23215
119	5164	2804	15227
121	5100	2550	12750
124	3500	1144	3730
125	2978	581	1132
127	1494	103	711
$\Sigma y_{33} =$	0,0062657	0,038938	0,261949

woraus folgt: $\beta' + 10{,}319879\,\gamma' = 0{,}0000986332,$

$$\beta' + 9{,}279344\,\gamma' = 0{,}0000932306.$$

Hieraus erhält man:

$$1{,}040535\,\gamma' = 0{,}0000054026,$$

also $\gamma' = 0{,}000005192,$

$$\beta' = 0{,}00004505,$$

$$\alpha' = 0{,}0001509,$$

sodafs die Gleichung der Curve lautet:

$$y = 0{,}0001509 + 0{,}00004505\,R + 0{,}000005192\,R^2$$

und zwar für englisches Fufsmafs.

Zur Verwandlung in Metermafs dient die Bemerkung, dafs y dieselbe Gröfse behalten mufs. Sei $R = \Sigma \cdot R'$, wo R' die Gröfse von R in Metermafs bezeichnet und $\Sigma = 0{,}3048$ ist, so erhält man

$$y = 0{,}0001509 + \frac{0{,}00004505}{0{,}3048}\,R' + \frac{0{,}000005192}{0{,}3048^2}\,R'^2$$

$$= 0{,}0001509 + 0{,}0001478\,R' + 0{,}00005589\,R'^2.$$

Man könnte also sagen, von jedem Quadratmeter der Umfangsfläche wird (für $p = 1000$ kg) ein Rauhigkeitswiderstand von 0,1509 kg, ein Adhäsionswiderstand von 0,1478 kg und

ein Profilwiderstand von 0,05589 kg ausgeübt, wenn in diesen Zahlen nicht noch die Werthe der Functionen $f_1(J)$, $f_2(J)$ und $f_3(J)$ enthalten wären.

Die aus der Curvengleichung berechneten und in die graphische Darstellung eingetragenen Werthe für y lassen den Verlauf der Curve deutlich erkennen. Es ist für

$R =$	0	1'	2'	3'	4'
$y =$	0,0001509	0,0002011	0,0002618	0,0003328	0,0004142

$R =$	5'	6'	7'	8'
$y =$	0,0005059	0,0006081	0,0007207	0,0008436

Wenn somit die entwickelte Formel den Ergebnissen dieser ersten Reihe mit nahezu überraschender Genauigkeit folgt, so leuchtet doch bei der Betrachtung der übrigen Reihen ein, dafs sie in gleicher Weise zur Berechnung ähnlicher Werthe der Coefficienten nicht ausreichen. Entweder sind der Messungen zu wenige, oder sie liegen so dicht zusammen, dafs bei der Ungenauigkeit jeder einzelnen Messung die wahren Curvenelemente mit Sicherheit nicht erhalten werden können. Es ist zu bedauern, dafs dem Verfasser das Werk des Captain Allan Cunningham nicht zugänglich ist, um feststellen zu können, ob thatsächlich Unterschiede in der materiellen oder geometrischen Beschaffenheit der Profile vermerkt worden sind; es würden hierdurch die vorgetragenen Anschauungen auf die einfachste Weise eine wesentliche Bestätigung finden können. Nichtsdestoweniger läfst sich erkennen, dafs die Curve jeder anderen Reihe von einem dem Anfangspunkte der ersten Reihe benachbarten Punkte unter nahezu demselben Tangentenwinkel ausgeht und einem der ersten Curve annähernd confocalen oder äquidistanten Lauf verfolgen mufs. Nehmen wir z. B. für die zweite Reihe an, dafs hier die Werthe α' und β' gleich denen der ersten Reihe wären, also beide Reihen sich nur durch abweichende Geometrie der Querschnitte unterschieden, so erhalten wir γ' aus der Gleichung:

$$11 \cdot 0{,}0001509 + 0{,}00004505 \, \Sigma R + \gamma' \cdot \Sigma R^2 = \Sigma y$$

oder in Zahlen:

$$11 \cdot 0{,}0001509 + 0{,}00004505 \cdot 79{,}97 + \gamma' \cdot 590{,}5075 = 0{,}0054081,$$

woraus $\gamma' = 0{,}000009158$ folgt.

Aus der entsprechenden Curvengleichung

$$y = 0{,}0001509 + 0{,}00004505 \cdot R + 0{,}000009158 \, R^2$$

sind die nachfolgenden Werthe zur graphischen Darstellung der Curve erhalten.

$R =$	0	1	2	3	4
$y =$	0,0001509	0,0002051	0,0002776	0,0003685	0,0004776

$R =$	5	6	7	8	9
$y =$	0,0006151	0,0007509	0,0009150	0,0010974	0,0012981

Für die dritte Reihe würde man den Profilcoefficienten unter denselben Voraussetzungen aus der Gleichung

$$4 \cdot 0{,}0001509 + 0{,}00004505 \cdot 33{,}91 + \gamma' \cdot 288{,}1645 = 0{,}005980$$

erhalten und zwar $\gamma' = 0{,}000013356$.

Zur Curvenzeichnung sind die Werthe der nachfolgenden Tabelle aus Gleichung

$$y = 0{,}0001509 + 0{,}00004505 \cdot R + 0{,}000013356 \, R^2$$

berechnet:

$R =$	7	8	9
$y =$	0,001121	0,001366	0,001638

Wenn nun auch keineswegs mit Sicherheit behauptet werden kann, dafs sich die Curven der einzelnen Reihen lediglich durch die Profilcoefficienten unterscheiden (bei der fünften Reihe ist dies sicher nicht der Fall), so erscheint doch zweifellos erwiesen, dafs die bei weitem genaueste Curve der ersten Reihe der entwickelten Formel genau folgt und dafs die Curven der übrigen Reihen diese Formel im allgemeinen ebenfalls bestätigen, zum mindesten ihr nicht widersprechen.

Tabelle IIa. Messungen an der Weser.

Nummer	R	v	J	$y = \frac{R^2 \cdot J}{v^2}$
XI	0,8289	1,552	0,000780	0,0002225
I	1,0383	1,573	540	2353
IV	1,0726	0,955	202	2434
III	1,1084	0,952	205	2783
II	1,1241	0,966	185	2498
IX	1,3851	1,010	159	2986
VIII	1,4764	1,032	154	3148
VII	1,8690	1,190	182	4489
V	2,2107	1,485	200	4432
VI	2,3881	1,591	200	4506

Tabelle IIb. Messungen am Linth-Canal.

Nummer	R	v	J	y
1	1,5672	1,041	0,00029	0,000666
2	1,8078	1,170	30	689
3	1,9740	1,266	31	754
4	2,1693	1,347	32	830
5	2,2914	1,449	33	826
6	2,4663	1,500	0,00034	918
7	2,5254	1,542	34	911
8	2,6262	1,593	35	963
9	2,7042	1,644	36	973
10	2,7989	1,686	37	0,001020

Zur Vergleichung sind die Werthe von y aus den vom Verfasser im Jahre 1882 in der Weser ausgeführten Wassermessungen in vorstehender Tabelle IIa berechnet und in Abb. 1 ebenfalls durch Zeichnung dargestellt. Diese y decken sich fast genau mit den y-Werthen der fünften Reihe, aber auch sie sind viel zu ungenau, um zur Berechnung der Curvenelemente dienen zu können, jedoch lassen sie nichtsdestoweniger die annähernd parabolische Natur des Curvenlaufes erkennen. Ferner sind in gleicherweise die von Legler am Linth-Canal ausgeführten Messungen (s. Tabelle IIb) berechnet und in Abb. 1 zur Darstellung gebracht. Sie schliefsen sich, wie die Abbildung zeigt, ungefähr der ersten Reihe der Ganges-Messungen an.

Hierbei möge noch beiläufig darauf aufmerksam gemacht werden, dafs die Coefficienten selbsverständlich nur dann constant sein und bleiben können, wenn in der Stetigkeit aller in Betracht kommenden Factoren eine Unterbrechung nicht eintritt. Die Messungen V und VI des Verfassers sind bei überbordvollem Strom ausgeführt, dasselbe wird vermuthlich auch bei den Ganges-Canalmessungen Nr. 101, 151 und 201 der Fall gewesen sein, da von hier ab das Wachsen der Werthe von y die Einführung anderer Coefficienten in die bezügliche Formel erfordert. Zur Berechnung der Coefficienten-Werthe können demnach nur Messungsreihen benutzt werden, bei denen ein regelmäfsiges Aendern der Werthe für R (auch für J) stattfindet.

3.

Vor der weiteren Behandlung der erhaltenen Gleichungen dürfte es angezeigt sein, dieselben mit den bekannten empirischen

Formeln zu vergleichen. Man sieht auf den ersten Blick, dafs Gleichung III mit der bekannten Bazinschen Geschwindigkeitsformel identisch ist, wenn von den Functionen des Gefälles J, $f_1(J)$, $f_2(J)$ und $f_3(J)$ abgesehen und der Profilcoefficient unterdrückt, d. i. $\gamma = 0$ geseszt wird. Wir haben dann

V) $$v = \sqrt{\frac{R}{\alpha' + \beta' R}} \cdot \sqrt{RJ}.$$

Bazin hat für α' und β' Zahlenwerthe angegeben, und zwar ändert sich nach ihm α' zwischen den Grenzen 0,0000045 bis 0,00070, während β' zwischen den verhältnifsmäfsig dicht zusammenliegenden Werthen 0,00015 bis 0,00024 angegeben wird, eine Thatsache, die unseren Annahmen in keiner Weise widerspricht, da sicherlich die Umfassungswände bezüglich der Rauhigkeit α' gröfsere Verschiedenheiten aufweisen werden, als bezüglich der Adhäsionskraft. Aus den Ganges-Messungen haben wir $\alpha' = 0{,}0001509$, $\beta' = 0{,}0001478$ erhalten; diese Gröfsen ändern sich etwas, wenn sie unmittelbar aus den Messungen berechnet werden.

Unter Zugrundelegung der Gleichung

VI) $$y = \alpha'_1 + \beta'_1 R$$

ergeben sich α'_1 und β'_1 aus den beiden Gleichungen

$$n\alpha'_1 + \beta'_1 \Sigma R = \Sigma y,$$
$$\alpha'_1 \Sigma R + \beta'_1 \Sigma R^2 = \Sigma Ry.$$

Setzt man hierfür die entsprechenden Zahlenwerthe ein, so hat man

$$11\,\alpha'_1 + \quad 59{,}01\,\beta'_1 = 0{,}0062657,$$
$$59{,}01\,\alpha'_1 + 375{,}0217\,\beta'_1 = 0{,}038938,$$

oder

$$\alpha'_1 + 6{,}3552228\,\beta'_1 = 0{,}00065985426,$$
$$\alpha'_1 + 5{,}3645454\,\beta'_1 = 0{,}00056960909.$$

Hieraus folgt $0{,}9906774\,\beta'_1 = 0{,}00009024517$ und endlich

$$\beta'_1 = 0{,}00009109,$$
$$\alpha'_1 = 0{,}00008095.$$

Für Metermafs behält α'_1 denselben Werth, β'_1 wird gleich $\frac{0{,}00009109}{0{,}3048} = 0{,}0002988$, wofür Bazin (für Canäle in Erde) 0,00028 angiebt, sodafs also der Adhäsionscoefficient mit dem bezüglichen Bazinschen Coefficienten übereinstimmt. Der Rauhigkeitscoefficient α'_1 weicht von dem durch Bazin angebenen Werth 0,00038 allerdings recht erheblich ab, jedoch dürfte sich diese Erscheinung durch die stärkere Veränderlichkeit der Rauhigkeit überhaupt wohl erklären lassen.

Die Gleichung VI, welche aus Gleichung IV dadurch erhalten ist, dafs der Profilcoefficient $\gamma' = 0$ gesetzt wurde, stellt eine Gerade dar, welche die y-Achse in der Entfernung α'_1 vom Coordinatenanfang schneidet, und gegen die x-Achse um einen Winkel geneigt ist, dessen Tangente β'_1 ist. Setzen wir nun auch noch $\alpha'_1 = 0$, d. h. bleibt auch die Rauhigkeit unberücksichtigt, so wird aus Gleichung VI die Gleichung

VII) $$y = \beta'_2 R.$$

Die Linie der y geht jetzt durch den Coordinatenanfang; führen wir für y seinen Werth $\frac{R^2 J}{v^2}$ ein und lösen die Gleichung nach v auf, so ergiebt sich die Gleichung

VIII) $$v = \sqrt{\frac{RJ}{\beta'_2}} = C\sqrt{RJ},$$

die bekannte Eytelweinsche Geschwindigkeitsformel, in welcher $C = \sqrt{\frac{1}{\beta'_2}}$ zu setzen ist. Der Coefficient C berechnet sich aus den Ganges-Messungen sehr leicht. Es ist $\beta'_2 = \frac{\Sigma y}{\Sigma R} = \frac{0{,}0062657}{59{,}01} = 0{,}00010619$ in engl. Fufsmafs und $\frac{0{,}00010619}{0{,}3048} = 0{,}00034839$ in Metermafs; daraus ergiebt sich $C = \frac{1}{\sqrt{0{,}00034839}}$ = rund 53,5, was mit der üblichen Annahme für $C(51)$ genau genug übereinstimmt.

Man erkennt hieraus, dafs unsere Formel die beiden bekannten Geschwindigkeitsformeln in sich schliefst und dafs die Bazinsche Formel durch Hinzufügung eines neuen Coefficienten aus der älteren Eytelweinschen Formel hergeleitet werden kann. Ueberraschend ist, wie bei der empirischen Ermittlung der Bewegungsgesetze des Wassers zuerst durch Eytelwein nur der am wenigsten veränderliche Coefficient, welcher der Haupthemmungsursache entspricht, berücksichtigt, dann als weitere Hemmungskraft von Bazin der Rauhigkeitswiderstand hinzugefügt wurde, wodurch die Geschwindigkeitsformel an Genauigkeit und Anpassungsfähigkeit erheblich gewann.

Von den übrigen gebräuchlichen Formeln wäre noch die Ganguillet-Kuttersche zu berücksichtigen. Dieselbe lautet:

$$v = \frac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left\{23 + 0{,}00155 J\right\}\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{RJ}$$

und läfst sich, wenn man $23 + \frac{0{,}00155}{J} = \varphi_1(J)$,

$23 + 0{,}00155 J = \varphi_2(J)$ setzt,

schreiben: $\frac{\sqrt{R} + n\varphi_2(J)}{\frac{1}{n} + \varphi_1(J)} = \frac{R}{v}\sqrt{J}$, woraus man

$$\frac{R^2}{v^2}J = y = \left[\frac{n\varphi_2(J)}{\varphi_1(J) + \frac{1}{n}}\right]^2 + \frac{2n\varphi_2(J)}{\left[\frac{1}{n} + \varphi_1(J)\right]^2}\sqrt{R} + \frac{1}{\left[\frac{1}{n} + \varphi_1(J)\right]^2}R$$

erhält. Setzen wir

$$\left[\frac{n\varphi_2(J)}{\varphi_1(J) + \frac{1}{n}}\right]^2 = m', \quad \frac{2n\varphi_2(J)}{\left[\frac{1}{n} + \varphi_1(J)\right]^2} = n' \text{ u. } \frac{1}{\left[\frac{1}{n} + \varphi_1(J)\right]^2} = s',$$

so lautet die obige Gleichung $y = m' + n'\sqrt{R} + s'R$, worin die Coefficienten m', n', s' in ganz ähnlichem Sinne mit J veränderlich sein würden, wie unsere Coefficienten α', β' und γ'.

Aus der Ganguillet-Kutterschen Formel läfst sich für y ebenfalls ein dreigliedriger, nach Potenzen von R geordneter Ausdruck ableiten. Unter Voraussetzung eines constanten J, d. h. der Unveränderlichkeit der Coefficienten m', n', s', stellt diese Function eine hyperbolische Curve dar, die von einem auf der y-Achse in der Entfernung m' vom Coordinatenanfang liegenden Punkte ausgeht, wo sie die y-Achse berührt. Die erste Ableitung

$$\frac{dy}{dR} = \frac{n'}{2\sqrt{R}} + s'$$

läfst erkennen, dafs die Curve mit wachsendem R steigt und ihre Tangente sich dem Werthe s' asymptotisch nähert. Das negative Vorzeichen der zweiten Abeitung zeigt, dafs die Curve

hohl zur x-Achse ist, wodurch sie sich wesentlich von unserer Curve IV unterscheidet. Da die Ganges-Messungen durchaus eine nach unten erhaben gekrümmte Curvenform verlangen, so liegt auf der Hand, dafs die Ganguillet-Kuttersche Formel diese Messungen nur unvollkommen beschreiben kann.

Fassen wir daher das, was aus dieser vergleichenden Betrachtung folgt, dahin zusammen, dafs in den beiden älteren Formeln die Function y als gerade Linie erscheint, in der jüngsten dagegen als Curve mit hohler Krümmung dargestellt ist, so ist erklärlich, dafs jede dieser Formeln nur innerhalb gewisser Grenzen einer Reihe von Messungsergebnissen mit genügender Genauigkeit zu folgen imstande sein kann und dafs sich bei Ausdehnung dieser Grenzen nach $R = 0$ und $R = \infty$ ganz erhebliche Abweichungen zeigen müssen. Es liegt daher der Gedanke nahe, diese Grenzwerthe der Function y festzustellen, um daraus Anhaltspunkte für den Gültigkeitsbereich der einzelnen Formeln und Aufschlufs über die Natur der Function y zu erhalten.

4.

Zu diesem Zwecke ist die Gröfse $y = \frac{R^2 J}{v^2}$ einer näheren Betrachtung zu unterziehen. Dieselbe besteht aus drei Gröfsen, von denen im allgemeinen zwei als unabhängig veränderlich angesehen werden können, während die dritte dann als abhängig veränderlich einen bestimmten Werth annehmen mufs. Einige Fälle sind hiervon ausgeschlossen, nämlich $J = 0$ und $R = 0$. Wenn $J = 0$ ist, mufs $v = 0$ sein, gleichgültig wie grofs R ist, und ebenso mufs, wenn $R = 0$ ist, $v = 0$ sein, gleichgültig, welchen Werth J hat. Erst wenn R und J gleichzeitig $= 0$ sind, wird die Function y verschwinden müssen. Setzen wir $R = 0$, so wird $y = J\left(\frac{R}{v}\right)_0^2$. Da nun R und v von gleichen Dimensionen sind und gleichzeitig verschwinden, so leuchtet ein, dafs $\left(\frac{R}{v}\right)_0^2$ nicht $= 0$ sein, sondern sich einer Constanten nähern wird, was ja auch mit den vorher behandelten Ganges-Messungen, sowie mit den später mitzutheilenden Bazinschen Messungen übereinstimmt. Für $R = 0$ ist

$$\text{IX)}\qquad y = \alpha' = \alpha f_1(J)$$

und es ist nöthig, dafs, wenn nun noch $J = 0$ gesetzt wird, $f_1(J_0) = 0$ wird, damit für R und $J = 0$ ebenfalls $y = 0$ wird.

Für $J = 0$ ergiebt sich:

$$\text{X)}\qquad y = \alpha f_1(J_0) + \beta f_2(J_0) R + \gamma f_3(J_0) R^2.$$

Der Werth $\left(\frac{J}{v^2}\right)_0 \cdot R^2 = y$ ist gleichfalls unbestimmt. Aus der Zusammenstellung der Messungen, welche Darcy und Bazin an sechs rechteckigen Canälen ausgeführt haben und welche in den Abb. 2, 3 und 4 graphisch dargestellt sind, läfst sich jedoch mit gröfster Sicherheit schliefsen, dafs auch $\left(\frac{J}{v^2}\right)_0 =$ const. ist. Bildet man nämlich aus diesen Versuchen neue Reihen mit constantem R und trägt die zu den bezüglichen Gefällen gehörigen y als Ordinaten, die Gefälle als Abscissen auf, so zeigt die Abb. 2a, dafs die neuentstandenen Curven für die $R = 0{,}10$, $= 0{,}15$ und $= 0{,}20$ die y-Achse für $J = 0$ schneiden und sich asymptotisch für $J = \infty$ einer der x-Achse parallelen Linie nähern. Wir haben also aus Gleichung X, da $f_1(J_0) = 0$ sein mufs,

$$\text{XI)}\qquad R^2\left(\frac{J}{v^2}\right)_0 = \text{const.}\, R^2 = \beta f_2(J_0) R + \gamma f_3(J_0) R^2.$$

Auch ist aus Abb. 2a abzuleiten, dafs

$$\text{XII)}\qquad R^2\left(\frac{J}{v^2}\right)_\infty = \text{const.}\, R^2 = \beta f_2(J_\infty) R + \gamma f_3(J_\infty) R^2$$

sein mufs, woraus sich gewisse Bedingungen für die Functionen $f_2(J)$ und $f_3(J)$ ergeben würden.

Vorläufig möge als erwiesen gelten, dafs für $J = 0$ oder $R = 0$ die Function y einen constanten Werth annimmt, und wir wenden uns nun zu den bei weitem wichtigeren oberen Grenzwerthen, d. h. wir wollen den Werth $y = y_m$ zu bestimmen suchen, wenn R bis zu seinem gröfsten Werthe R_m zunimmt.

Hier ist zunächst die Bemerkung einzuschalten, dafs R_m nicht für alle Querschnitte $= \infty$ wird, was man gewöhnlich anzunehmen pflegt. Für die aus geschlossenen Curven gebildeten Querschnitte ist dies selbstverständlich, z. B. ist für den Vollkreis $R_m = \frac{r^2\pi}{2r\pi} = \frac{r}{2}$, allein auch für das Rechteck wird R_m nicht unendlich. Bezeichne b die Breite, t die Tiefe des Rechteckes, so ist $R = \frac{bt}{b+2t}$ und $R_m = \frac{b}{2}$. Wir wollen das Rechteck zu den geschlossenen Querschnittsformen rechnen und können daher sagen, dafs für geschlossene Querschnitte R_m endlich, für offene unendlich ist. Ferner ist für den oberen Grenzwerth von y noch der Werth J_m ins Auge zu fassen. Wir wollen nur zwei Fälle berücksichtigen: 1) J ist in der Versuchsreihe fortwährend constant $= J_m$, und 2) J ist derart veränderlich, dafs $J_m = 0$ für $R = R_m$ wird.

Endlich kommt der Grenzwerth von $v = v_m$ in Betracht. Wird $J_m = 0$, so ist auch $v_m = 0$ und es wird

$$y_m = \frac{\overset{\infty}{C_m}\,(\overset{}{R_m} \cdot \underset{0}{J_m})}{0} = \frac{\text{const}}{0} = \infty \text{ für den Fall, dafs } R_m = \infty,$$

dagegen $y_m = \frac{C_m\,(R_m \cdot \underset{0}{J_m})}{0} = \frac{0}{0} = \text{const}$ für den Fall, dafs R_m endlich bleibt.

Ist J constant und J_m nicht $= 0$, so wird

$C_m\,(R_m \cdot J_m) = \infty$ für $R_m = \infty$, und

$\overset{\infty}{C_m}\,(R_m \cdot J_m) = \text{const}$ für ein endliches R_m.

In diesem Falle könnte $v_m = \text{const}$, oder $= \infty$, oder aber, entsprechend den Werthen R_m, für endliche R_m endlich, für unendliche R_m aber unendlich werden.

Um einen Anhalt zur Beurtheilung dieses Falles zu gewinnen, greifen wir auf die Gleichung I

$$J = \left\{\frac{\alpha'}{R^2} + \frac{\beta'}{R} + \gamma'\right\} v^2$$

zurück. Es mufs hier die linke Seite constant bleiben, während auf der rechten Seite $R = R_m$ und $v = v_m$ werden. Ist nun $R_m = \infty$, so verschwinden die Brüche $\frac{\alpha'}{R_m^2}$ und $\frac{\beta'}{R_m}$ und es bleibt

$$J = \gamma' v_m^2.$$

Für $v_m = \infty$ müfste $\gamma' = 0$ sein, ein endliches v_m liefse den Profilcoefficienten als endliche Gröfse bestehen.

Ist R_m eine endliche Gröfse, so verschwinden die Brüche $\frac{\alpha'}{R_m^2}$ und $\frac{\beta'}{R_m}$ nicht; für $v_m = \infty$ müfste dann die ganze Klammergröfse verschwinden, d. h. $\gamma' = -\left[\frac{\alpha'}{R_m^2} + \frac{\beta'}{R_m}\right]$ sein; ein

endliches R_m gestattete einen endlichen positiven Werth der Klammergröfse.

Im Sinne unserer Annahmen bedeutet dies, dafs wenn für R_m sämtliche Hemmungswiderstände verschwinden, eine gleichförmige Bewegung nur bei unendlich grofser Geschwindigkeit zustande kommen kann; bleibt jedoch irgend ein Hemmungswiderstand wirksam, so kann die Geschwindigkeit nur einen endlichen Grenzwerth erreichen. Verfolgen wir die Annahme $v_m = \infty$, so wird für endliche R_m der Endwerth $y_m = \frac{\text{const}}{\infty} = 0$, für unendliche R_m dagegen $= \frac{\infty}{\infty} = \text{const}$. Die zweite Annahme ergiebt für endliche R_m den Endwerth $y_m = \frac{\text{const}}{\text{const}} = \text{const}$, für unendliche R_m dagegen $= \frac{\infty}{\text{const}} = \infty$. Eine Entscheidung, welche von beiden Annahmen die richtige ist, läfst sich von vornherein nicht treffen. Da es auch der Vorstellung mehr zusagt, dafs die sämtlichen Widerstandskräfte nie ganz verschwinden können, so wollen wir v_m endlich annehmen, obgleich die Messungsergebnisse dies anscheinend nicht bestätigen, und erhalten nun für die Endwerthe von y die folgenden Gröfsen:

1. $y_m = \infty$ für $R_m = \infty$ und $J_m = 0$,
2. $y_m = \infty$ für $R_m = \infty$ und J_m constant,
3. $y_m =$ endlich für R_m endlich und $J_m = 0$,
4. $y_m =$ endlich für R_m endlich und J_m const.

Allgemein wird demnach y_m für offene Querschnitte unendlich, für geschlossene nimmt es dagegen einen endlichen Werth an.

Unsere Formel IV ($y = \alpha' + \beta' R + \gamma' R^2$) vermag, wie leicht ersichtlich, den vorgehenden Bedingungen zu genügen, indem sie für endliche R_m ein endliches, für unendliche R_m ein unendliches R_m ergiebt. Es verdient bemerkt zu werden, dafs für den Fall $v_m = \infty$ die obige Formel nicht imstande ist, die hieraus abgeleitete Bedingung eines endlichen y_m für $R_m = \infty$ zu erfüllen.

Da die später aufzuführenden Messungen sich hauptsächlich auf rechteckige Querschnitte erstrecken, so wird es zweckmäfsig sein, die Curve der y für diesen Fall genauer zu untersuchen.

Der Werth von y ändert sich nicht, wenn der mittlere Radius R durch die wirkliche Tiefe t ausgedrückt und in y eingesetzt wird, nur dafs jetzt y erst $= y_m$ wird, wenn t den Werth ∞ erreicht. Denken wir uns nun die Werthe von y als Ordinaten, die t als Abscissen aufgetragen, so wird sich eine Curve ergeben müssen, die steigend und hohl zur x-Achse verläuft und sich einer dieser Achse Parallelen im Abstand y_m asymptotisch nähert. Es müfste demnach $\frac{dy}{dt} = 0$ für $t = \infty$ und $\frac{d^2y}{dt^2}$ negativ sein. Nehmen wir nun für die Abscissen statt der t-Werthe die R-Werthe, so erhalten wir unsere y-Curve, welche wie erstere ebenfalls hohl zur x-Achse gekrümmt sein und an dem Punkte $R = R_m$ die Ordinate $y = y_m$ zeigen mufs. Die Tangente in diesem Punkte ist aber nicht der x-Achse parallel geblieben, sondern hat sich nach dem Coordinatenanfang zu geneigt. Sei $y = m + nR$ die Gleichung dieser Tangente, so wird an der Stelle R_m

XIII) $\quad y_m = m + n R_m$ sein müssen.

Aus unserer Gleichung IV würden wir erhalten

XIV) $\quad y_m = \alpha' + \beta' R_m - \gamma' R_m^2$, wobei das Vorzeichen des dritten Gliedes negativ zu setzen ist, damit die zweite Ableitung negativ und die Curve hohl gekrümmt ausfällt. Endlich ist noch

XV) $\quad \left(\frac{dy}{dR}\right)_{R=Rm} = \beta' - 2\gamma' R_m = n.$

Setzt man nun $\beta' = n + 2\gamma' R_m$ in die durch Gleichsetzung der rechten Seiten von Gleichung XIII und XIV zu bildende neue Gleichung, so wird:

XVI) $\quad m + nR_m = \alpha' + (n + 2\gamma' R_m) R_m - \gamma' R_m^2$, woraus

XVII) $\alpha' = m - \gamma R_m^2$ folgt.

Benutzt man die aus XV für β' und in XVII für α' erhaltenen Werthe zum Einsetzen in die allgemeine Gleichung IV, so wird $\quad y = m - \gamma R_m^2 + (n + 2\gamma' R_m) R - \gamma' R^2$.

Hieraus erhält man leicht

XVIII) $\quad y = m + nR - \gamma'(R_m - R)^2$.

Für $R = 0$, wird $y_0 = m - \gamma' R_m^2$, woraus $\gamma' = \frac{m - y_0}{R_m^2} = \frac{y}{R_m^2}$ und schliefslich

XIX) $\quad y = m + nR - p\left(\frac{R_m - R}{R_m}\right)^2$

erhalten wird.

Die letzte Gleichung läfst erkennen, dafs für $R_m = \infty$ oder für sehr breite Canäle das letzte Glied als Constante p genommen werden kann, wodurch dann die Function y eine gerade Linie darstellen würde.

Es ist nun zu prüfen, ob und wie die Ergebnisse der Messungen diesen Herleitungen entsprechen.

5.

Wenn nun auch Wassermessungen in einer sehr grofsen Menge ausgeführt worden sind, so ist doch die Zahl derjenigen, die sich zur Berechnung von Coefficienten oder zur Verwendung bei wissenschaftlichen Untersuchungen eignen, ganz aufserordentlich gering. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als in jüngster Zeit auch an den Wasserbautechniker Aufgaben herantreten, denen er mit Hülfe der unzuverlässigen Erfahrungsformeln kaum zu genügen vermag. Die umfangreichsten derartigen Messungen haben die französischen Ingenieure **Darcy** und **Bazin** ausgeführt und in dem Werke „Recherches hydrauliques“ veröffentlicht. Im Nachfolgenden sind 17 Messungsreihen berücksichtigt, wovon drei in trapezförmigen Querschnitten mit $R_m = \infty$ angestellt wurden. Hauptsächlich ist jedoch bei der Auswahl der Messungsreihen das Material der Canäle in Betracht gezogen und es sind deshalb die aus rauhen Brettern hergestellten fast sämtlich (12) aufgeführt. Die übrigen (5) mögen zur Vergleichung und Ergänzung dienen. Demnach ordnen sich die Messungsreihen wie folgt:

A. Canäle aus rauhen Brettern.

a) $R_m = \infty$.

Reihe Nr. 21: symmetrisches Trapez $J = 0{,}0015$;
Reihe Nr. 22: unsymmetrisches Trapez $J = 0{,}0049$;
Reihe Nr. 23: Dreieck $J = 0{,}0049$.

b) $R_m =$ endlich.

α) Rechtecke von annähernd gleicher Breite.

Reihe Nr. 9: $b = 1{,}983$ m; $J = 0{,}0015$;
Reihe Nr. 6: $b = 1{,}990$ m; $J = 0{,}00208$;

Reihe Nr. 7: $b = 1{,}990$ m; $J = 0{,}0049$;
Reihe Nr. 10: $b = 1{,}987$ m; $J = 0{,}0059$;
Reihe Nr. 8: $b = 1{,}990$ m; $J = 0{,}00824$;
Reihe Nr. 11: $b = 1{,}982$ m; $J = 0{,}00839$.

β) Rechtecke von verschiedener Breite.

Reihe Nr. 19: $b = 0{,}80$ m; $J = 0{,}0043$;
Reihe Nr. 20: $b = 0{,}48$ m; $J = 0{,}0060$.

γ) Halbkreis.

Reihe Nr. 26: $d = 1{,}40$ m; $J = 0{,}0015$.

B. Canäle aus anderen Materialien.

a) $R_m = \infty$ fehlt.

b) $R_m =$ endlich.

a) Glattgehobeltes Holz.

Reihe Nr. 28: Rechteck $b = 0{,}10$ m; $J = 0{,}0047$;
Reihe Nr. 29: Rechteck $b = 0{,}10$ m; $J = 0{,}0150$.

b) Glatter Cement.

Reihe Nr. 2: Rechteck $b = 1{,}812$ m; $J = 0{,}0049$;
Reihe Nr. 24: Halbkreis $d = 1{,}25$ m; $J = 0{,}0015$.

c) Ziegel.

Reihe Nr. 3: Rechteck $b = 1{,}911$ m; $J = 0{,}0049$.

Die folgenden Tabellen III enthalten die Elemente der Messungen und die aus denselben berechneten Werthe für y. Die unter A.a), A.b)α) und B.a) angeführten Reihen sind in den Abbildungen 2 bis 4 graphisch dargestellt. Man übersieht leicht, dafs die einzelnen Messungen nicht immer mit der wünschenswerthen Genauigkeit sich aneinander anschliefsen, sodafs besonders bei geringer Anzahl und Ausdehnung der Einzelmessungen eine sichere Ermittlung der Coefficienten kaum erwartet werden kann, und zwar umsoweniger, als es sich um die Berechnung von drei verschiedenen Coefficienten handelt. Mit Rücksicht hierauf erschien es zweckmäfsig, neben der nach der Methode der kleinsten Quadrate durchgeführten Berechnung der Coefficienten α', β' und γ' noch für sämtliche Reihen die Coefficienten α'_1 und β'_1 zu ermitteln für den Fall, dafs $\gamma' = 0$ angenommen wird. Es müfste sich der Einflufs der Profilform in der Abweichung der beiden Coefficienten deutlich erkennen lassen, da diese viel sicherer berechnet werden können, als jene drei.

A.a. Die offenen Profile.

Reihe Nr. 21: Trapez mit 1 m breiter Grundlinie, beiderseits um 45° geneigten Seitenwänden; $J = 0{,}0015$.

Die drei Bestimmungsgleichungen für α', β', γ' lauten:

$$0{,}758109\,\alpha' + 0{,}208575633\,\beta' + 0{,}059426132181\,\gamma' = 0{,}000049008508.$$

$$2{,}901\,\alpha' + 0{,}758109\,\beta' + 0{,}208575633\,\gamma' = 0{,}000179908.$$

$$12\,\alpha' + 2{,}901\,\beta' + 0{,}758109\,\gamma' = 0{,}0006986.$$

Aus denselben ergiebt sich

$$y = 0{,}00000508 + 0{,}0002563\,R - 0{,}0001397\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0{,}00001129 + 0{,}0001941\,R.$$

Reihe Nr. 22: Trapez mit 1 m breiter Grundlinie, eine Seitenwand senkrecht, die andere um 45° geneigt; $y = 0{,}0049$.

Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0{,}448628\,\alpha' + 0{,}095065594\,\beta' + 0{,}020856886\,\gamma' = 0{,}0000213470466,$$

$$2{,}23\,\alpha' + 0{,}448628\,\beta' + 0{,}095065594\,\gamma' = 0{,}0001021006,$$

$$12\,\alpha' + 2{,}23\,\beta' + 0{,}448628\,\gamma' = 0{,}0005183,$$

ergeben

$$y = 0{,}00001083 + 0{,}0001815\,R - 0{,}00003663\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0{,}00001179 + 0{,}0001690\,R.$$

Reihe Nr. 23: Dreieck, beide Seiten um 45° geneigt; $J = 0{,}0049$.

Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0{,}476698\,\alpha' + 0{,}101998694\,\beta' + 0{,}022510200886\,\gamma' = 0{,}0000241906729,$$

$$2{,}324\,\alpha' + 0{,}476698\,\beta' + 0{,}101998694\,\gamma' = 0{,}0001139049,$$

$$12\,\alpha' + 2{,}324\,\beta' + 0{,}476698\,\gamma' = 0{,}0005260,$$

ergeben

$$y = 0{,}00002096 + 0{,}0000596\,R + 0{,}0003606\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0{,}0000971 + 0{,}0001917\,R.$$

Wenn, wie dies in 4. nachgewiesen ist, die Curve der y eine nach der x-Achse erhaben gekrümmte Linie bilden soll, so ist dazu nöthig, dafs die zweite Ableitung einen positiven Werth hat, und dieses erfordert ein positives Vorzeichen des dritten Gliedes. In den obigen drei Versuchsreihen ist dies nur bei dem Dreieckquerschnitt der Fall. Die beiden Trapezquerschnitte ergeben negative Profilcoefficienten und deshalb hohl gekrümmte Curven. Da nun aber die einzelnen Messungen der Reihen 21 und 22 recht erhebliche Abweichungen untereinander zeigen, ihre Anzahl auch mit Rücksicht auf das Wachsen von R bis ∞ eine recht geringe ist, so kann diesen Reihen eine nennenswerthe Beweiskraft für die drei Coefficienten nicht beigelegt werden. Berücksichtigen wir, dafs auch bei den Ganges-Canal-Messungen sich die erhabene Krümmung der y-Linie deutlich herausgestellt hat und sich dasselbe Gesetz bei dem Canal mit dreieckigem Querschnitt wiederholt, so dürfen wir wohl unsere Annahme solange als erwiesen betrachten, bis sie durch genaue Versuche als unzutreffend sich herausstellt. Uebrigens können aus dem übrigen Messungsmaterial noch eine grofse Anzahl einschlägiger Reihen beigebracht werden, die unsere Annahme bezüglich der erhabenen Krümmung unterstützen würden, nur ist hierbei selten die Art des Querschnitts genau genug angegeben. In Abb. 5 ist eine kleine Zusammenstellung mehrerer Messungsreihen dargestellt, deren Elemente die Tabelle IV (s. Spalte 95) enthalten. Sie dürfte wohl genügen, um zu zeigen, dafs selbst die riesigen Wassermengen des Mississippi nach den Messungen bei Vicksburg das erörterte Gesetz befolgen. (Die abweichenden Messungen bei Columbus deuten auf die fehlende Stetigkeit der Querprofile.) Viel besser als die Coefficienten des Trinoms schliefsen sich die des Binoms aneinander an. Es läfst sich aus ihnen zwar durch Mitteln der Werthe für α'_1 und β'_1 die allgemeine Gleichung

$$y = 0{,}00001093 + 0{,}0001849\,R$$

bilden, jedoch genügen die Ergebnisse nicht, um aus ihnen die

Tabellen III. Messungen von Darcy und Bazin.

Canäle aus rauhen Brettern.

Nr.	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$
	Reihe 21. Trapez. $J=0,0015$.			Reihe 22. Trapez. $J=0,0049$.			Reihe 23. Dreieck. $J=0,0049$.			Reihe 19. Rechteck. $J=0,0043$, $b=0,80$ m		
1	0,102	0,730	0,0000292	0,079	1,090	0,0000254	0,100	1,258	0,0000308	0,065	0,868	0,00002419
2	0,148	0,892	411	0,110	1,436	287	0,129	1,531	346	0,091	1,059	3182
3	0,179	1,021	459	0,137	1,612	354	0,151	1,694	387	0,111	1,261	3332
4	0,205	1,102	520	0,158	1,765	399	0,167	1,837	406	0,126	1,384	3547
5	0,227	1,175	559	0,174	1,905	409	0,182	1,940	432	0,140	1,497	3782
6	0,247	1,228	605	0,190	1,985	450	0,196	2,008	467	0,152	1,561	4008
7	0,264	1,281	634	0,203	2,089	452	0,208	2,081	490	0,163	1,648	4212
8	0,278	1,339	645	0,216	2,150	490	0,219	2,143	518	0,172	1,708	4346
9	0,292	1,376	677	0,226	2,247	495	0,229	2,203	531	0,189	1,806	4684
10	0,306	1,415	699	0,236	2,308	513	0,239	2,257	549	0,202	1,898	4856
11	0,319	1,452	725	0,246	2,365	530	0,248	2,299	571	0,213	1,974	0,00005016
12	0,334	1,485	0,0000760	0,255	2,416	550	0,256	2,363	0,0000615	—	—	—
	Reihe 9. Rechteck. $J=0,0015$, $b=1,983$ m			Reihe 6. Rechteck. $J=0,00208$, $b=1,990$ m			Reihe 7. Rechteck. $J=0,0049$, $b=1,990$ m			Reihe 20. Rechteck. $J=0,0043$, $b=0,80$ m		
1	0,084	0,548	0,00003541	0,074	0,635	0,00002787	0,057	0,826	0,00002358	0,072	1,087	0,00002654
2	0,124	0,724	4379	0,111	0,819	3793	0,083	1,127	2658	0,086	1,218	2970
3	0,180	0,945	5436	0,138	0,962	4287	0,104	1,325	3030	0,093	1,281	3149
4	0,219	1,106	5869	0,161	1,076	4651	0,122	1,479	3356	0,097	1,290	3358
5	0,251	1,234	6220	0,183	1,152	5206	0,138	1,612	3602	0,106	1,423	3311
6	0,278	1,343	6432	0,198	1,259	5112	0,154	1,711	3944	0,113	1,505	3401
7	0,304	1,420	0,00006884	0,215	1,324	5464	0,167	1,808	4171	0,120	1,558	3548
8	—	—	—	0,231	1,374	5894	0,179	1,898	4353	0,126	1,602	3694
9	—	—	—	0,244	1,440	5977	0,191	1,967	4635	0,131	1,673	0,00003701
10	—	—	—	0,258	1,487	6252	0,202	2,045	4772	—	—	—
11	—	—	—	0,268	1,552	6207	0,213	2,102	5027	—	—	—
12	—	—	—	0,281	1,587	0,00006517	0,222	2,179	0,00005063	—	—	—
	Reihe 10. Rechteck. $J=0,0059$, $b=1,987$ m			Reihe 8. Rechteck. $J=0,00824$, $b=1,990$ m			Reihe 11. Rechteck. $J=0,00839$, $b=1,982$ m			Reihe 26. Halbkreis. $J=0,0015$, $d=1,40$ m		
1	0,052	0,910	0,00001956	0,045	1,074	0.00001427	0,045	1,080	0,00001431	0,119	0,795	0,0000342
2	0,078	1,213	2415	0,070	1,348	2241	0,068	1,394	2020	0,164	0,984	419
3	0,115	1,595	3051	0,088	1,594	2523	0,102	1,830	2601	0,193	1,132	440
4	0,144	1,847	3586	0,104	1,776	2831	0,129	2,100	3176	0,219	1,230	483
5	0,169	2,039	4044	0,120	1,902	3264	0,153	2,306	3669	0,243	1,297	528
6	0,190	2,206	4377	0,131	2,053	3370	0,172	2,495	3992	0,261	1,374	550
7	0,209	2,349	0,00004675	0,142	2,186	3477	0,189	2,664	0,00004241	0,281	1,413	603
8	—	—	—	0,154	2,268	3814	—	—	—	0,294	1,486	597
9	—	—	—	0,165	2,357	4033	—	—	—	0,309	1,524	627
10	—	—	—	0,174	2,447	4186	—	—	—	0,321	1,579	628
11	—	—	—	0,184	2,518	4410	—	—	—	0,334	1,612	652
12	—	—	—	0,192	2,612	0,00004448	—	—	—	0,344	1,660	659
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,351	1,689	0,0000653

Canäle aus glattgehobeltem Holz. / Canäle aus glattem Cement.

Nr.	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$
	Canäle aus glattgehobeltem Holz.						Canäle aus glattem Cement.					
	Reihe 28. Rechteck. $J=0,0047$, $b=0,10$ m			Reihe 29. Rechteck. $J=0,015$, $b=0,10$ m			Reihe 2. Rechteck. $J=0,0049$, $b=1,812$ m			Reihe 24. Halbkreis. $J=0,001,5$ $d=1,25$ m		
1	0,0090	0,273	0,00005108	0,0092	0,571	0,00003946	0,051	1,018	0,0000127	0,112	0,921	0,0000209
2	0,0158	0,395	7520	0,0131	0,701	5308	0,077	1,338	167	0,153	1,135	260
3	0,0202	0,481	8289	0,0162	0,818	5962	0,098	1,537	205	0,184	1,267	302
4	0,0228	0,530	8698	0,0186	0,914	6295	0,114	1,731	220	0,208	1,401	314
5	0,0257	0,592	8899	0,0225	1,086	6525	0,131	1,853	253	0,229	1,483	338
6	0,0277	0,643	8722	—	—	—	0,145	1,984	267	0,247	1,562	355
7	0,0284	0,658	0,00008756	—	—	—	0,158	2,081	292	0,264	1,612	382
8	—	—	—	—	—	—	0,170	2,171	309	0,279	1,681	392
9	—	—	—	—	—	—	0,181	2,258	329	0,289	1,754	387
10	—	—	—	—	—	—	0,193	2,326	348	0,303	1,803	401
11	—	—	—	—	—	—	0,203	2,397	363	0,314	1,847	411
12	—	—	—	—	—	—	0,212	2,460	0,0000380	0,315	1,862	0,0000408

Canäle aus Ziegeln.

Nummer	R	v	$y=\frac{R^2 J}{v^2}$
	Reihe 3. Rechteck. $J=0,0049$, $b=1,911$ m		
1	0,059	0,839	0,0000239
2	0,087	1,117	294
3	0,111	1,274	375
4	0,129	1,440	335
5	0,147	1,555	436
6	0,165	1,626	502
7	0,178	1,731	517
8	0,189	1,831	522
9	0,204	1,874	579
10	0,212	1,973	568
11	0,225	2,012	614
12	0,237	2,047	0,0000659

Natur der Functionen $\alpha'_1 = \alpha f'_1(J)$ und $\beta'_1 = \beta f'_2(J)$ herleiten zu können.

Tabelle IV.

Nummer	R	r	J	y
		Mississippi.		
		Vicksburg.		
1	9,497	1,074	0,00002227	0,00174
2	15,886	1,694	3029	266
3	17,484	1,926	4811	396
4	19,538	2,118	6379	543
5	19,566	2,008	4365	390
		Columbus.		
6	20,081	2,121	0,00006800	0,00609
		Carrolton.		
7	21,953	1,807	0,00002051	0,00303
8	22,085	1,794	1713	260
9	22,413	1,229	342	114
10	22,673	1,212	384	124
		Seine à Poissy.		
1	2,164	0,704	0,000090	0,000848
2	2,341	0,705	87	959
3	3,426	0,720	57	1291
4	3,788	0,719	60	1656
5	4,137	0,723	50	1636
6	4,328	0,791	54	1616
7	4,836	0,887	62	1841
8	5,135	0,045	67	1976
9	5,448	1,015	0,000075	2138
		Saône.		
1	2,720	0,488	0,0000400	0,00124
2	3,314	0,565	—	133
3	3,539	0,582	—	146
4	3,598	0,592	—	146
5	4,044	0,687	—	139
6	4,463	0,722	—	153
7	4,825	0,725	—	177

A. b. Die geschlossenen Profile.

Reihe Nr. 9. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,335494\,\alpha' + 0,084227454\,\beta' + 0,022118885746\,\gamma' = 0,00002075074961,$$

$$1,44\,\alpha' + 0,335494\,\beta' + 0,084227454\,\gamma' = 0,00008546283,$$

$$7\,\alpha' + 1,44\,\beta' + 0,335494\,\gamma' = 0,00038761,$$

ergeben

$$y = 0,00001665 + 0,0002534\,R - 0,0002793\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0,00002538 + 0,0001458\,R.$$

Reihe Nr. 6. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,511926\,\alpha' + 0,117867022\,\beta' + 0,028227807366\,\gamma' = 0,00002940227647,$$

$$2,362\,\alpha' + 0,511926\,\beta' + 0,117867022\,\gamma' = 0,00013044727,$$

$$12\,\alpha' + 2,362\,\beta' + 0,511926\,\gamma' = 0,000622,$$

ergeben

$$y = 0,00000963 + 0,0002761\,R - 0,0002984\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0,00001825 + 0,0001706\,R.$$

Reihe Nr. 7. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,310466\,\alpha' + 0,056185754\,\beta' + 0,010609166822\,\gamma' = 0,00001368028150,$$

$$1,832\,\alpha' + 0,310466\,\beta, + 0,056185754\,\gamma' = 0,00007703734,$$

$$12\,\alpha' + 1,832\,\beta' + 0,31046\,\gamma' = 0,00046969,$$

ergeben

$$y = 0,00001388 + 0,0001536\,R + 0,00007\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0,00001270 + 0,0001732\,R.$$

Reihe Nr. 10. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,151091\,\alpha' + 0,025937157\,\beta' + 0,004676179475\,\gamma' = 0,00000612409714,$$

$$0,957\,\alpha' + 0,151091\,\beta' + 0,025937157\,\gamma' = 0,00003649472,$$

$$7\,\alpha' + 0,957\,\beta' + 0,151091\,\gamma' = 0,00024104,$$

ergeben

$$y = 0,00000987 + 0,0001872\,R - 0,00004767\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ wird

$$y = 0,00001054 + 0,0001748\,R^0.$$

Reihe Nr. 8. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,229147\,\alpha' + 0,035799645\,\beta' + 0,005838981523\,\gamma' = 0,00000879235798,$$

$$1,569\,\alpha' + 0,229147\,\beta' + 0,035799645\,\gamma' = 0,00005711038,$$

$$12\,\alpha' + 1,569\,\beta' + 0,229147\,\gamma' = 0,00040024,$$

ergeben

$$y = 0,00000346 + 0,0002729\,R - 0,0003033\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0,00000732 + 0,0001991\,R.$$

Reihe Nr. 11. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,122491\,\alpha' + 0,01906164\,\beta' + 0,003117238855\,\gamma' = 0,00000448020171,$$

$$0,8581\,\alpha' + 0,122491\,\beta' + 0,01906164\,\gamma' = 0,000029271784,$$

$$7\,\alpha' + 0,8581\,\beta' + 0,122491\,\gamma' = 0,000211301,$$

ergeben

$$y = 0,00000418 + 0,0002394\,R - 0,0001911\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0,00000631 + 0,0001948\,R.$$

Reihe Nr. 19. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,261454\,\alpha' + 0,04472848\,\beta' + 0,007988662054\,\gamma' = 0,0000113631,$$

$$1,624\,\alpha' + 0,261454\,\beta' + 0,04472848\,\gamma' = 0,0000678442,$$

$$11\,\alpha' + 1,624\,\beta' + 0,261454\,\gamma' = 0,0004347,$$

ergeben

$$y = 0,00001241 + 0,0002028\,R - 0,0001192\,R^2.$$

Für $\gamma' = 0$ ist

$$y = 0,00001455 + 0,0001691\,R.$$

Reihe Nr. 20. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$$0,10208\,\alpha' + 0,011336714\,\beta' + 0,001288111488\,\gamma' = 0,00000348435349,$$

$$0,944\,\alpha' + 0,10208\,\beta' + 0,011336714\,\gamma' = 0,00003176405,$$

$9\,\alpha' + 0{,}944\,\beta' + 0{,}10208\,\gamma' = 0{,}00029786,$

ergeben

$y = 0{,}00000208 + 0{,}0004352\,R - 0{,}00129\,R^2.$

Für $\gamma' = 0$ ist

$y = 0{,}00001524 + 0{,}0001702\,R.$

Reihe Nr. 26. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$0{,}970449\,\alpha' + 0{,}28730976\,\beta' + 0{,}0878056564\,\gamma' = 0{,}000057927193,$

$3{,}433\,\alpha' + 0{,}970449\,\beta' + 0{,}28730976\,\gamma' = 0{,}0001985924,$

$13\,\alpha' + 3{,}433\,\beta' + 0{,}970449\,\gamma' = 0{,}0007181,$

ergeben

$y = 0{,}00001213 + 0{,}0001952 - 0{,}0001131\,R^2.$

Für $\gamma' = 0$ ist

$y = 0{,}00001819 = 0{,}0001403\,R.$

B. Canäle aus verschiedenen Materialien.

b) Geschlossene Profile.

α) Glattgehobeltes Holz.

Reihe Nr. 28: Rechteck. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$0{,}00349286\,\alpha' + 0{,}000085902902\,\beta' + 0{,}0000021811314146\,\gamma' = 0{,}0000000298270959З,$

$0{,}1496\,\alpha' + 0{,}00349286\,\beta' + 0{,}000085902902\,\gamma' = 0{,}0000012495143,$

$7\,\alpha' + 0{,}1496\,\beta' + 0{,}00349286\,\gamma' = 0{,}000055992,$

ergeben

$y = 0{,}000002115 + 0{,}0006588\,R - 0{,}01261\,R^2.$

Für $\gamma' = 0$ ist

$y = 0{,}00000418 + 0{,}0001788\,R.$

Reihe Nr. 29: Rechteck. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$0{,}0013709\,\alpha' + 0{,}000025103788\,\beta' + 0{,}00000048141660594\,\gamma' = 0{,}00000000829066205,$

$0{,}0796\,\alpha, + 0{,}0013709\,\beta' + 0{,}000025103788\,\gamma' = 0{,}0000004663219,$

$5\,\alpha' + 0{,}0796\,\beta' + 0{,}0013709\,\gamma' = 0{,}000028036,$

ergeben

$y = -0{,}000000941 + 0{,}0006726\,R - 0{,}01517\,R^2_1.$

Für $\gamma' = 0$ ist

$y = 0{,}000002538 + 0{,}0001928\,R.$

β) Glatter Cement.

Reihe Nr. 2: Rechteck. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$0{,}279343\,\alpha' + 0{,}048178301\,\beta' + 0{,}00867692885\,\gamma' = 0{,}0000088113713,$

$1{,}733\,\alpha' + 0{,}279343\,\beta' + 0{,}048178301\,\gamma' = 0{,}0000516071,$

$12\,\alpha' + 1{,}733\,\beta' + 0{,}279343\,\gamma' = 0{,}0003260,$

ergeben

$y = 0{,}0000052 + 0{,}0001465\,R - 0{,}00003442\,R^2.$

Für $\gamma' = 0$ ist

$y = 0{,}00000467 + 0{,}0001558\,R.$

Reihe Nr. 24: Halbkreis. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$0{,}746845\,\alpha' + 0{,}201433\,\beta' + 0{,}05602824\,\gamma' = 0{,}0000279114,$

$2{,}8964\,\alpha' + 0{,}746845\,\beta' + 0{,}201433\,\gamma' = 0{,}0001050091,$

$12\,\alpha' + 2{,}89F4\,\beta' + 0{,}746845\,\gamma' = 0{,}000416005,$

ergeben

$y = 0{,}00000628 + 0{,}0001472\,R - 0{,}0001148\,R^2.$

Für $\gamma' = 0$ ist

$y_1 = 0{,}00001142 + 0{,}0000963\,R.$

γ) Ziegelmauerwerk.

Reihe Nr. 3: Rechteck. Die drei Bestimmungsgleichungen:

$0{,}349605\,\alpha' + 0{,}067158341\,\beta' + 0{,}013455854\,\gamma' = 0{,}0000189090796,$

$1{,}943\,\alpha' + 0{,}349605\,\beta' + 0{,}067158341\,\gamma' = 0{,}000099499,$

$12\,\alpha' + 1{,}943\,\beta' + 0{,}349605\,\gamma' = 0{,}0005640,$

ergeben

$y = 0{,}00001144 + 0{,}0001988\,R + 0{,}0001157\,R^2.$

Für $\gamma' = 0$ ist

$y = 0{,}00000916 + 0{,}0002337\,R.$

6.

Die Ergebnisse der vorstehenden Coefficienten-Berechnungen sind der bequemen Uebersicht wegen in den nachfolgenden beiden Tabellen V und VI zusammengestellt, und zwar enthält die erste Tabelle die Coefficienten des dreigliedrigen Ausdrucks für die geschlossenen Querschnitte, während in der zweiten Tabelle die Coefficienten des zweigliedrigen Ausdrucks für y (wenn $\gamma' = 0$ gesetzt wird) aufgeführt sind.

Von den vierzehn Reihen der Tabelle V hat sich nur bei drei Messungen ein positives γ' ergeben, sodafs bei weitem die gröfsere Anzahl der Versuche unsere Annahme bestätigt, und wir können daher den Satz als erwiesen betrachten, dafs bei geschlossenen Querprofilen die Curve der y eine hohl nach unten gekrümmte Linie darstellen mufs.

Nach den früheren Ausführungen bezeichnete n die Tangente des Neigungswinkels für den Punkt R_m, und es war nachgewiesen, dafs diese Gröfse n immer positiv bleiben mufs, da die y-Curve stetig steigen mufs. Um nun zu zeigen, inwieweit die berechneten Curven auch dieser Bedingung entsprechen, ist in Tabelle V den Messungsreihen der Werth $n = \beta - 2\gamma R_m$ beigesetzt. Es zeigt sich, dafs derselbe nur für vier Reihen positiv ausfällt; die Curven der übrigen zehn Reihen haben also einen Culminationspunkt vor $R = R_m$, von welchem ab die y-Curve fällt. Ob diese Erscheinung auf die Ungenauigkeit der Versuche oder auf die Unrichtigkeit der Annahme eines constanten Profilcoefficienten zurückzuführen ist, läfst sich mit Sicherheit nicht entscheiden. Vermuthlich ist letzteres der Fall und es wird angenommen werden müssen, dafs dieser Coefficient, von einer gewissen Gröfse für $R = 0$ ausgehend, mit wachsendem R bis zu einem gewissen Werthe für $R = R_m$ abnimmt. Da nun γ' nicht zuverlässig erhalten worden ist, so kann dies von den Coefficienten α' und β' auch nicht erwartet werden, und es ist daher nicht möglich, die Functionen $\alpha f_1(J)$, $\beta f_2(J)$ und $\gamma f_3(J)$ zu entwickeln. Die sechs ersten Versuchsreihen

Tabelle V.

Reihe Nr.	J	α'	β'	γ'	$n = \beta' - 2\gamma' R_m$	$2 R_m$	
				Rauhe Bretter.			
9	0,00159	0,00001665	0,0002534	— 0,0002793	— 0,000300	1,983	Rechteck.
6	0,00208	0,00000963	0,0002761	— 0,0002984	— 0,000320	1,990	„
7	0,00490	(0,00001388)	(0,0001536)	(+ 0,0000700)	—	1,990	„
10	0,00590	0,00000987	0,0001872	— 0,0000477	+ 0,000095	1,987	„
8	0,00842	0,.....346	0,0002729	— 0,0003033	— 0,000334	1,990	„
11	0,00839	0,.....418	0,0002394	— 0,0001911	— 0,000143	1,982	„
26	0,0015	0,00001213	0,0001952	— 0,0001131	+ 0,000037	1,400	Halbkreis.
19	0,0043	0,....1241	0,0002028	— 0,0001192	+ 0,000107	1,800	Rechteck.
20	0,0060	0,00002080	0,0004352	— 0,0002900	— 0,000184	1,480	„
				Glatte Bretter.			
28	0,0049	0,000002115	0,0006568	— 0,01261	— 0,000602	0,10	„
29	0,0150	— 0,000000941	0,0006726	— 0,01517	— 0,000844	0,10	„
				Glatter Cement.			
24	0,0015	0,00000628	0,0001472	— 0,0001148	+ 0,0000037	1,250	Halbkreis.
2	0,0049	(0,00000521)	(0,0001465)	(+ 0,0000344)	—	1,812	Rechteck.
				Ziegelmauerwerk.			
3	0,0049	(0,00001144)	(0,0001988)	(+ 0,0001157)	—	1,911	„

Tabelle VI.

Reihe Nr.	J	α'	β'	Querschnitt.
		Rauhe Bretter.		
9	0,00150	0,00002538	0,0001458	Rechteck $b = 1,983$.
26	0,00150	1819	1403	Halbkreis $d = 1,25$.
21	0,00150	1129	1941	Trapez symmetrisch $b = 1,0$.
6	0,00208	1825	1706	Rechteck $b = 1,990$.
19	0,00430	1455	1691	„ $b = 0,800$.
7	0,00490	1270	1732	„ $b = 1,990$.
22	0,00490	1179	1690	Trapez unsymmetrisch.
23	0,00490	0971	1917	Dreieck.
10	0,00590	1054	1748	Rechteck $b = 1,987$.
20	0,00600	1524	1702	„ $b = 0,480$.
8	0,00824	732	1991	„ $b = 1,990$.
11	0,00839	631	1948	„ $b = 1,982$.
		Glatte Bretter.		
28	0,00490	0,00000418	0,0001788	Rechteck $b = 0,10$.
29	0,01500	0,00000254	0,0001928	„ $b = 0,10$.
		Glatter Cement.		
24	0,00150	0,00001142	0,0000963	Halbkreis $d = 1,25$.
2	0,00490	0,00000467	0,0001558	Rechteck $b = 1,812$.
		Ziegelmauerwerk.		
3	0,00490	0,00000916	0,0002337	Rechteck $b = 1,911$.

müfsten, da sie an Canälen vom selben Material und nahezu gleicher Breite angestellt sind, in den Veränderungen von α' und β' lediglich den Einflufs der verschiedenen Gefälle erkennen lassen. Bedauerlicherweise sind dieselben hierzu nicht genau und umfangreich genug, namentlich fehlen auch Versuche mit geringen Gefällen.

Besonderes Interesse verdienen die Reihen Nr. 28 und 29. Die graphische Darstellung der y-Curven, Abb. 3, zeigt auf das deutlichste die hohle Krümmung derselben; die aus den Messungen berechneten Coefficienten stellen Curven dar, wie aus der Abb. 3 ersichtlich, die recht deutlich auf den Punkt $R = R_m$ $y_m = 0$ hinweisen. Diese Erscheinung, in Verbindung mit den negativen Werthen der zehn Messungen für die Tangente n läfst sich nur dadurch erklären (vorausgesetzt die zweifellose Richtigkeit der Messungselemente), dafs $v_m = \infty$ sein müfste. Bei der Unzulänglichkeit des Materials mufs diese Frage unentschieden bleiben, jedoch zeigen die Messungen an den sehr schmalen Canälen, dafs über die Bewegung des Wassers durch sorgfältige Versuche im Experimentirsaal Aufschlüsse erhalten werden können, welche die Möglichkeit bieten, auch für die Erscheinungen bei der Bewegung der grofsen Wassermassen in natürlichen Flufsläufen Anhaltspunkte zu gewinnen.

Zwar sollte es nicht Aufgabe der vorliegenden Abhandlung sein, möglichst viel Coefficienten zu berechnen, allein diese Arbeit ist nicht zu umgehen, um die Richtigkeit der zugrunde gelegten Anschauungen zu erhärten. Es ist daher noch die Tabelle VI zusammengestellt aus den Coefficienten des Binoms, um zu zeigen, dafs ein gesetzmäfsiger Zusammenhang zwischen den an kleinen Canälen gewonnenen Ergebnissen und den Erscheinungen an gröfseren Wasserläufen stattfindet.

Der Coefficient β'_1 in der Tabelle VI zeigt in den Messungsreihen von 9 bis 11 ein fast stetiges Steigen mit wachsendem Gefälle und zwar von 0,000146 bis 0,000199 für $J = 0,00015$ bis $J = 0,00839$; nimmt man hierzu, dafs wir für β' bei den Ganges-Messungen den Werth 0,0001478 erhalten haben und dafs ferner der Coefficient der inneren Reibung

für Wasser durch andere Versuche auf 0,00014 (für 1 Meter-Secunde) ermittelt ist, so dürfte diese Uebereinstimmung wohl auf einen ursächlichen Zusammenhang der fraglichen Zahlenwerthe mit großer Sicherheit hindeuten.

Die Coefficienten α'_1 müfsten nach den Entwicklungen entsprechend der Gleichung IX mit dem Gefälle in geradem Verhältnifs stehen. Die berechneten Werthe α'_1 nehmen jedoch mit wachsendem Gefälle ab, und es mufs daran erinnert werden, dafs dies durch die Vernachlässigung des Profilcoefficienten, der keinenfalls für $R = 0$ verschwinden dürfte, zu erklären ist.

Es konnten in der vorliegenden Arbeit nicht wohl alle von Darcy und Bazin angestellten und veröffentlichten Versuchsreihen berücksichtigt werden, da einerseits die Bewältigung der mechanischen Rechenarbeit die Kräfte des Verfassers übersteigen würde, andererseits auch aus den vorgeführten Beispielen deutlich hervorgeht, dafs diese Versuche zur schliefslichen Bestimmung der Gefäll-Functionen doch nicht ausreichend sein würden.

Wenn daher vorläufig auch nur als erwiesen betrachtet werden kann, dafs die durch die Gröfse $y = \frac{R^2}{v^2} J$ als Ordinate für R als Abscisse beschriebene Curve sich durch einen dreigliedrigen Ausdruck darstellen läfst, dessen letztes Glied bei Querschnitten mit endlichem Höchstwerth von R ein negatives, bei Querschnitten mit unendlichem Höchstwerth von R ein positives Vorzeichen erhält, so wäre doch die Ausführung weiterer Versuche als dringend erforderlich nachgewiesen, um auch die praktische Wasserbaukunst auf die theoretische Grundlage zu stellen, welche sie bis jetzt entbehrt.

Berent (Westpreufsen), im Mai 1889. Mau.

Anordnung der Wegeschranken „am Stern“ bei Bahnhof Schulterblatt in Altona.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 18 im Atlas.)

Die Sicherung des Verkehrs auf den Wegeübergängen in Schienenhöhe hat immer zu den hervorragenden Anforderungen der Betriebssicherheit der Eisenbahn gehört; denn es handelt sich an diesen Stellen nicht allein um Abwendung der Gefahr von dem Eisenbahnzuge, sondern noch mehr um den Schutz der die Bahngeleise kreuzenden Personen und Fahrzeuge. Auf der freien Strecke, wo geringer Verkehr des Wegeüberganges, Regelmäfsigkeit im Lauf der Eisenbahnzüge, freie Uebersicht für die den Weg benutzenden Personen und für die Beamten der Eisenbahn meistens als erleichternde Umstände günstig zusammentreffen, kann die Sicherung der Bahnkreuzung ohne besondere Schwierigkeit bewirkt werden. Wir finden deshalb an diesen Stellen auch heute noch die Absperrungen aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens durch einfache Schlag-, Schiebe- oder Drehschranken im Gebrauch und für ihren Zweck vollkommen ausreichend. Unfälle, welche auf derartigen Wegeübergängen der freien Bahnstrecke vorkommen, sind fast ausnahmslos auf grobe Dienstvernachlässigung der Eisenbahnbeamten oder strafbare Fahrlässigkeit der den Uebergang benutzenden Personen zurückzuführen.

Weit schwieriger liegt die Frage der Sicherung des Verkehrs auf den Planübergängen der Eisenbahn vor und innerhalb gröfserer Städte, die sich häufig um die beim Bau der Bahn in freiem Felde angelegten Bahnhöfe allmählich angebaut und infolge dessen einen sehr starken Verkehr auf die die Eisenbahn in gleicher Ebene kreuzenden Strafsen gebracht haben. Meistens ist an diesen Punkten auch der Bahnverkehr neben den fahrplanmäfsigen Zügen durch Locomotivfahrten, durch Vorort- und Rangirzüge sehr verdichtet und sowohl die bahn- wie die strafsenseitige Uebersicht nach der Kreuzungsstelle hin durch Häuserbauten eingeschränkt, sodafs die oben für die Planübergänge auf freier Bahn angeführten günstigen Umstände an diesen Stellen alle in das Gegentheil sich verwandeln.

In neuerer Zeit ist man zur Erhöhung der Betriebssicherheit dazu übergegangen, bei Um- und Ergänzugsbauten an vorhandenen Eisenbahnen in der Nähe verkehrsreicher Städte mit grofsem Kostenaufwande Ueber- oder Unterführungen für die Strafsen herzustellen, und bei Neubauten von Eisenbahnen innerhalb des Weichbildes grofser Städte hat man jede Berührung des Strafsenverkehrs mit den Eisenbahngeleisen grundsätzlich ausgeschlossen. Indes verbleiben derartige sehr gefährdete Planübergänge immer noch in so grofser Anzahl, dafs das Bedürfnifs für besondere Einrichtungen zur Sicherung derselben ein sehr lebhaftes ist; es werden deshalb noch fortwährend neue Versuche zu diesem Zwecke gemacht.

Die Anforderungen, welche an die Absperrvorrichtung auf solchen Eisenbahnübergängen gestellt werden müssen, sind nicht leicht zu befriedigen. Der um das Eisenbahnwesen hochverdiente M. M. von Weber hat seiner Zeit zur Sicherung des Verkehrs auf der Verbindungsbahn bei Dresden diese Frage einer eingehenden Erörterung unterzogen und ist zu folgendem Ergebnifs gekommen, welches auch heute noch als zutreffend bezeichnet werden kann:

1. Verschlufs und Oeffnen mufs durch die Absperrvorrichtung sehr schnell geschehen können, damit der Verkehr nur während der kürzestmöglichen Zeit gehindert werde.

2. Verschliefsen und Oeffnen der Vorrichtungen an beiden Seiten der Bahn mufs von einem Punkte aus erfolgen können, damit die Verantwortlichkeit in einer Hand bleibe und nicht durch das Hin- und Hergehen des Wärters über die oft sehr breiten, schrägen Wegkreuzungen viele Zeit verloren gehe.

3. Verschliefsen und Oeffnen mufs auf beiden Seiten gleichzeitig erfolgen, damit beim Oeffnen das während der Verschlufszeit angesammelte Publicum zu Fufs, Rofs und Wagen sich nicht, nach dem Oeffnen einer Seite, in einer die Handhabung an der andern Seite erschwerenden und gefährdenden Weise auf die Wegkreuzung ergiefsen könne.

4. Der Wächter mufs beim Schliefsen und Oeffnen den Wegeübergang stets in ganzer Ausdehnung im Auge behalten können, damit, wenn er mit Schliefsen der einen Hälfte beschäftigt ist und daher dem Uebergange den Rücken zukehrt, die oben erwähnten Muthwilligen und Eiligen wenigstens nicht ungewarnt, noch mittels Durchkriechens oder Ueberspringens der Schranke die Geleise überschreiten können.

5. Die Verschlufsvorrichtung mufs möglichst weithin bei Tag und bei Nacht sichtlich zeigen, ob sie geschlossen oder geöffnet ist.

6. Die Verschlufsvorrichtung mufs auch einen theilweisen Abschlufs gestatten, sodafs der Wärter, nach seinem Ermessen, bis zum letzten zulässigen Augenblicke vor dem Durchgange des Zuges noch die Fufsgänger die Bahnkreuzung überschreiten lassen kann, während die Vorrichtung deutlich bereits den Fuhrwerken die Darüberfahrt verbietet, da von diesen, die weniger beweglich als die Fufsgänger und vom guten oder üblen Wollen der Zugthiere bei ihrer Bewegung abhängig sind, überdies aber auch im Falle des Erreichtwerdens durch den Zug denselben mehr gefährden als Fufsgänger, der Platz beträchtlich früher frei gehalten werden mufs.

7. Die Verschlufsvorrichtung darf bei ihrer Bewegung keinen grofsen Flächenraum in Anspruch nehmen, wie dies z. B. die Drehschranken thun.

8. Das Mafs der Geschwindigkeit des Oeffnens und Schliefsens mufs in möglichst hohem Grade in die Hand des Wärters gegeben sein.

Von allen zu diesem Zweck versuchten Einrichtungen scheinen nach den bisherigen Erfahrungen die Schlagbäume mit Schutzgitter, von einem Punkte aus stellbar, den Vorzug zu verdienen.

Mit dem wachsenden Verkehr auf Eisenbahnen und Strafsen haben die Bestrebungen der Eisenbahntechnik, die Sicherheitseinrichtungen zu vervollkommnen, gleichen Schritt halten müssen. Ein sehr lehrreiches Beispiel dafür, was heute auf diesem Gebiete geleistet werden kann, zeigt eine Schrankenanlage auf der Hamburg-Altonaer Verbindungsbahn am Sternübergange bei Bahnhof Schulterblatt.

Wie aus dem Lageplan (Bl. 18) ersichtlich, sind die örtlichen Verhältnisse die denkbar ungünstigsten. Auf dem Treffpunkt von fünf verkehrsreichen Strafsen — deshalb die Bezeichnung „Stern“ — liegen die Schienen der zweigeleisigen Verbindungsbahn Hamburg-Altona. Die Grundstücke zwischen den Strafsen sind bis nahe an den Schnittpunkt mit Häusern bebaut, die Eisenbahn liegt in einer Curve, welche eine weite Uebersicht nicht gestattet, der Strafsenverkehr bewegt sich in spitzen Winkeln zu der Bahnachse: alles Umstände, die auf eine sichere und rasche Abwicklung des Strafsenverkehrs von nachtheiligem Einflufs sein müssen. Die Eisenbahngeleise sind innerhalb 24 Stunden mit 132 Zügen und Locomotiven belastet, darunter in den Tagesstunden von früh 8 bis abends 10 Uhr allein 88 Zugbewegungen. Es entfallen demnach auf die Stunde 6,24 Züge durchschnittlich in Zeitabschnitten von 9,6 Minuten, und da erfahrungsgemäfs für jeden Zug die Schranken 1,6 Minuten lang geschlossen sind, so verbleiben für den Strafsenverkehr nur Zeitabschnitte von 8 Minuten, die indes je nach der Zugfolge bis auf 3 Minuten eingeschränkt oder auch bis zu 20 Minuten ausgedehnt werden. In diesen Zwischenzeiten mufs sich die Abwicklung des äufserst lebhaften Strafsenverkehrs — täglich 25600 Personen, 1400 Lastwagen, 750 leichte Fuhrwerke und Reiter und 245 Pferdebahnwagen — hindurchzwängen. Als erschwerender Umstand tritt hinzu, dafs dieser Verkehr sich nicht gleichmäfsig über den ganzen Tag vertheilt, sondern vormittags zwischen 7 und 9 Uhr, nachmittags zwischen 5 und 7 Uhr ganz besonders stark auftritt und zwar gerade in den Stunden, in denen auch die Anzahl der Eisenbahnzüge sowohl für den Fern- wie für den Stadtverkehr am gröfsten ist.

Die Aufgabe, auf diesem Uebergange eine genügende Sicherheit für den Eisenbahn- und Strafsenverkehr zu schaffen und gleichzeitig die Sperrung des letzteren nicht bis zu unerträglichen Stockungen anwachsen zu lassen, war demnach keine leichte. Die bei der früheren Privatbahnverwaltung in Gebrauch befindlichen Absperrketten hatten sich zu diesem Zwecke als unzweckmäfsig erwiesen und vielfach zu Unzuträglichkeiten Veranlassung gegeben. Mit Uebergang der Altona-Kieler Bahn an den Staat nahm die neue Verwaltung Veranlassung, eine bessere Schutzvorkehrung einzurichten, umsomehr, als mit der Einbeziehung der nordischen Eisenbahnen in das Staatseisenbahnnetz die Hamburg-Altonaer Verbindungsbahn eine ganz bedeutende Verkehrssteigerung erfahren hatte, durch welche die Planübergänge eisenbahnseitig immer stärker in Anspruch genommen wurden. Man entschied sich für Wahl von Schlagbäumen mit angehängten Schutzgittern.

Die Anlage ist durch ihre aufsergewöhnliche Ausdehnung bemerkenswerth. Wie aus dem Lageplan ersichtlich, hat der Uebergang an der einen Seite die aufserordentliche Breite von 54 m, welche durch zwei Paar Schlagbäume abgeschlossen wird, durch ein gröfseres für den Fahrdamm und den schmaleren Bürgersteig und ein kleineres Paar zur Absperrung des breiteren Bürgersteiges. An der andern Seite beträgt die Breite nur 43 m, sodafs hier ein Paar grofse Schlagbäume zur Absperrung des Fahrdammes und ein einfacher Baum für den Bürgersteig ausreicht. Die gröfste Länge der Schlagbäume beträgt 14,6 m. Die Bedienung erfolgt mittels Kurbelwinden von einem Punkte aus durch zwei Wärter derart, dafs der eine Wärter die den Fahrdamm absperrenden Bäume gleichzeitig bewegt, der andere die den Fufsweg absperrenden. Die Bewegung der Anlage ist leicht und sicher, und die Schlagbäume können in jeder Stellung von dem bedienenden Wärter festgehalten werden.

Um die jedesmalige Stellung der Schlagbäume sowohl von den Strafsen wie von der Locomotive aus bei Dunkelheit leicht erkennbar zu machen, sind an den freien Enden derselben Laternen angebracht, die bei geöffneten Schlagbäumen in der Richtung der Bahn rothes und in der Richtung der Strafsen weifses Licht zeigen; beim Schliefsen der Bäume dreht sich die Laterne selbstthätig um 45 Grad, sodafs in der Richtung der Strafsen rothes und in der Richtung der Bahn weifses Licht erscheint. Da es zur Erleichterung des Strafsenverkehrs dringend erforderlich ist, die Zeit der Sperrung auf das thunlichste einzuschränken, so ist mit Genehmigung der Landespolizeibehörde die Zeit, in welcher die Schranken vor Ankunft des Zuges geschlossen sein sollen, auf eine Minute ermäfsigt, und um die Wärter in die Lage zu setzen, diese Zeit genau inne zu halten, ist an der Bude ein Klingelwerk angebracht, welches auf elektrischem Wege mittels eines Radtasters ertönt, sobald ein Zug sich auf $1^1/_2$ Kilometer dem Uebergange genähert hat. Aufserdem werden die Schrankenwärter über das Herankommen des Zuges durch ein Hornsignal des benachbarten Wärters in Kenntnifs gesetzt.

Die ganze Einrichtung ist jetzt seit drei Jahren im Betrieb und hat sich bei den geschilderten schwierigen Verkehrsverhältnissen recht gut bewährt. Die Herstellung der ganz aus Eisen bestehenden Schranken ist in Stahmers Werkstatt in Georgmarienhütte bewirkt, welche durch ihre nach tausenden zählenden Anlagen dieser Art auf deutschen, holländischen und dänischen Bahnen sich einen Ruf erworben und im vorliegenden Falle ganz besonders den Beweis geliefert hat, dafs sie imstande ist, auch den schwierigsten Anforderungen auf diesem Gebiete der Eisenbahntechnik Genüge zu leisten.

Ueber die Ermittlung und die gegenseitigen Beziehungen der Einflufslinien für Träger.[1]

Die nachfolgenden Untersuchungen beziehen sich auf Einflufslinien für lothrecht wirkende Lasten, sowie zunächst (in Abschnitt I bis VI) auf einfache und continuirliche vollwandige oder gegliederte Träger mit lothrechten Auflagerdrücken, bei denen die Lasten an bestimmten Punkten (bei den Querträgern) übertragen werden, welche wir kurz Knotenpunkte nennen wollen. Die Untersuchungen bezwecken die Ableitung der gegenseitigen Beziehungen der Einflufslinien untereinander, welche mit grofsem Vortheil für die Ermittlung derselben verwerthet werden können.

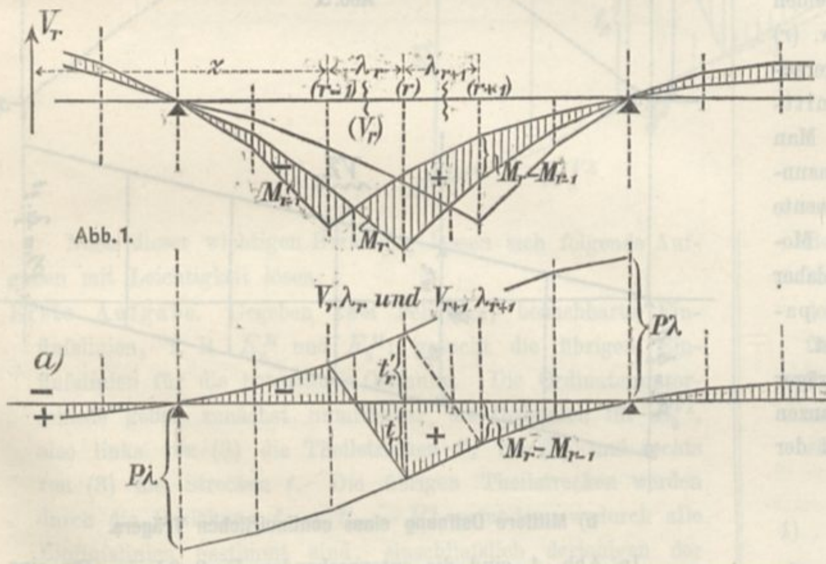
A. Einfache und continuirliche Träger.

I. Zusammenhang der Einflufslinien der Momente M_{r-1}, M_r für zwei aufeinanderfolgende Knotenpunkte $(r-1)$, (r) mit der Einflufslinie der zu dem zwischenliegenden Fache λ_r gehörigen Querkraft (Transversalkraft) V_r.

Wirkt V_r in dem wagerechten Abstande x von $(r-1)$, ist λ_r die Entfernung der Querträger zwischen $(r-1)$, (r) und denkt man sich eine zwischen $(r-1)$ und (r) etwa wirkende Last auf diese Knotenpunkte vertheilt, so ist allgemein, nach Abb. 1:

$$M_{r-1} = V_r x\ ;\quad M_r = V_r (x + \lambda_r);\ \text{also:}$$

1) ... $M_r - M_{r-1} = V_r \lambda_r$ oder $V_r = \frac{1}{\lambda_r}(M_r - M_{r-1})$.[2]



Für eine Einzellast ist aber M_r und M_{r-1} durch die bei der Last befindliche Ordinate der zugehörigen Einflufslinie bestimmt; daraus folgt die einfache Beziehung:

1. Der Unterschied der Einflufsflächen für M_r und M_{r-1} (in Abb. 1 gestrichelt) stellt die λ_r-fache Einflufsfläche für V_r dar.

Hat man demnach die Einflufslinien der Biegungsmomente aufeinanderfolgender Knotenpunkte gezeichnet, so ist es kaum nöthig noch besonders die Einflufsflächen für die Querkräfte V zu ermitteln, sondern die Unterschiede der genannten aufeinanderfolgenden Einflufsflächen geben sofort die Einflufsflächen für $V\lambda$ an.

In Abb. 1a ist die (schraffirte) Einflufsfläche für $V_r \lambda_r$ von einer geraden Nulllinie aus aufgetragen.

II. Zusammenhang der Einflufslinien der Momente für drei aufeinanderfolgende Knotenpunkte $(r-1)$, (r), $(r+1)$.

Man nehme eine beliebige Belastung an, nur zwischen $(r-1)$ und $(r+1)$ seien keine Lasten vorhanden, dann ist:

$$\left.\begin{aligned} M_{r-1} &= V_r x;\\ M_r &= V_r(x+\lambda_r);\\ M_{r+1} &= V_r(x+\lambda_r+\lambda_{r+1}); \end{aligned}\right|\quad \left|\begin{aligned} M_r - M_{r-1} &= V_r\lambda_r\\ M_{r+1} - M_r &= V_r\lambda_{r+1}\end{aligned}\right|,$$

also:

2) .... $\frac{M_r - M_{r-1}}{M_{r+1} - M_r} = \frac{\lambda_r}{\lambda_{r+1}}$.[1]

Für eine Einzellast folgt daraus sofort die Beziehung:

2. Das Verhältnifs der Ordinatenunterschiede der Einflufslinien für je zwei aufeinanderfolgende Biegungsmomente ist für den ganzen Verlauf dieser Einflufslinien, ausgenommen die zugehörigen benachbarten Fachlängen λ_r, λ_{r+1}, gleich dem Verhältnifs $\lambda_r : \lambda_{r+1}$.

Einige Folgerungen.

a) Formel 2) läfst sich auch schreiben:

$$\frac{1}{\lambda_r}(M_r - M_{r-1}) = \frac{1}{\lambda_{r+1}}(M_{r+1} - M_r),$$

oder unter Benutzung von 1):

$$V_r = V_{r+1},$$

wobei nur die oben angegebene Bedingung der Lastenannahme zu beachten ist. Für eine Einzellast ergiebt sich daraus die Beziehung (welche auch aus der Bedeutung von V_r und V_{r+1} unmittelbar folgt):

3. Die Einflufslinien für V_r und V_{r+1} stimmen im allgemeinen völlig überein und unterscheiden sich nur innerhalb der beiden Fachlängen λ_r und λ_{r+1}.

Ist, wie gewöhnlich, $\lambda_r = \lambda_{r+1}$ (wie auch in Abb. 1 angenommen), so gilt dieselbe Beziehung auch für die Einflufslinien für $V_r \lambda_r$ und $V_{r+1}\lambda_{r+1}$, wie Abb. 1a zeigt, wo sich der unter Fach λ_{r+1} gestrichelte Theil der gezeichneten Einflufslinie auf $V_{r+1}\lambda_{r+1}$ bezieht.

Denkt man sich eine Einzellast P gerade über (r) befindlich, so ist bekanntlich $V_r - V_{r+1} = P$, oder bei gleicher Fachlänge λ auch: $V_r\lambda - V_{r+1}\lambda = P\lambda$. Bezeichnet man deshalb die Ordinaten der Einflufslinien für $V_r\lambda$ und $V_{r+1}\lambda$ an der Stelle r mit t_r bezw. t'_r (sodafs also z. B. für eine Last bei (r): $V_{r+1}\lambda = -t'_r$), so gilt die einfache Beziehung:

3) .... $t_r + t'_r = P\lambda = \text{const.}$, d. h.:

3a. Die Eckpunkte aller Einflufslinien für $V\lambda$ innerhalb zweier benachbarter Stützpunkte liegen auf zwei Linien, deren lothrecht gemessene Abstände

---

[1] Die Abschnitte I, II, V und VI, sowie die in Abschnitt IV enthaltenen Beziehungen zwischen den Einflufs- und Biegungslinien sind entnommen einer der Technischen Hochschule in Dresden 1882 übergebenen Arbeit des Verfassers.

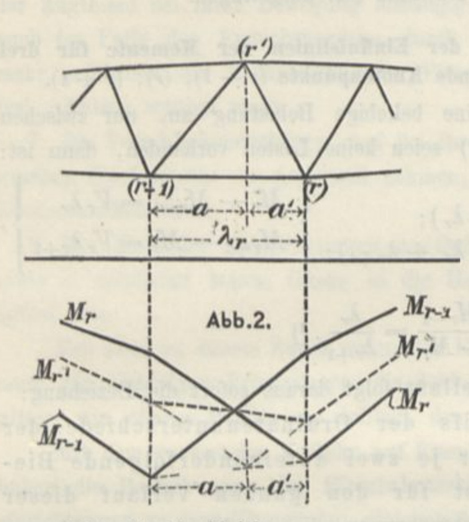
[2] Diese Gleichung entspricht der bekannten Beziehung: $V = \frac{dM}{dx}$.

[1] Diese Beziehung folgt übrigens auch aus einer der Belastung entsprechenden Seillinie, welche zwischen $(r-1)$ und $(r+1)$ geradlinig sein mufs, da dort keine Last wirkt.

$(t+t')$ überall den gleichen Werth $P\lambda$ besitzen, und welche die Einflufslinien für $V\lambda$ für die den Stützpunkten benachbarten Felder darstellen.

Ist demnach eine Einflufslinie für $V\lambda$ gegeben (z. B. $V_1\lambda$), so lassen sich daraus ohne weiteres auch die übrigen Einflufslinien für $V\lambda$ für die anderen Felder ermitteln.

b) Wendet man Gleichung 2) auf drei benachbarte Knotenpunkte eines Fachwerkträgers an (Abb. 2), so zwar, dafs $(r-1)$ und (r) zwei aufeinanderfolgenden Knotenpunkten der belasteten, und der zwischenliegende Knotenpunkt (r') der unbelasteten Gurtung angehört, so ergiebt sich die Gleichung:



$$\frac{M_{r'}-M_{r-1}}{M_r-M_{r'}}=\frac{a}{a'}.$$

Wendet man dieselbe bei den Einflufslinien für die beiden Fälle an, wo sich die Einzellast gerade in $(r-1)$ bezw. (r) befindet, so folgt, dafs der zwischen $(r-1)$ und (r) geradlinige Theil der Einflufslinie für $M_{r'}$ durch den Schnittpunkt der Einflufslinien für M_{r-1} und M_r geht. Man erkennt letzteres auch daran, dafs eine gerade über genanntem Schnittpunkte sich befindende Einzellast gleiche Momente $M_{r-1}=M_r$ erzeugt, die zeichnerische Darstellung der Momente (als Momentenfläche) zwischen $(r-1)$ und (r) daher eine zur zugehörigen Nulllinie (Schlufslinie des Seilzuges) parallele Gerade, und demnach auch $M_{r'}=M_{r-1}=M_r$ ist.

c) Da, wie schon bemerkt, die Entfernung λ der Querträger bei fast allen ausgeführten Brückenträgern für den ganzen Trägerverlauf die gleiche ist, so folgt aus Formel 2) bei der angegebenen bedingten Lastenannahme:

$$M_{r+1}-M_r=M_r-M_{r-1}(=t).$$

Für eine an einem festen Knotenpunkt (m) wirkende Einzellast, und für einen, einmal links, das andere Mal rechts von (m) wandernden (veränderlichen) Knotenpunkt (r) ergiebt sich bei Betrachtung der zugehörigen aufeinanderfolgenden Einflufslinien der M (vergl. die weiteren Abb. 3, 4 und 5 für $m=2$) die für die zeichnerische Ermittlung der Einflufslinien für aufeinanderfolgende Knotenpunkte so wichtige Eigenschaft:

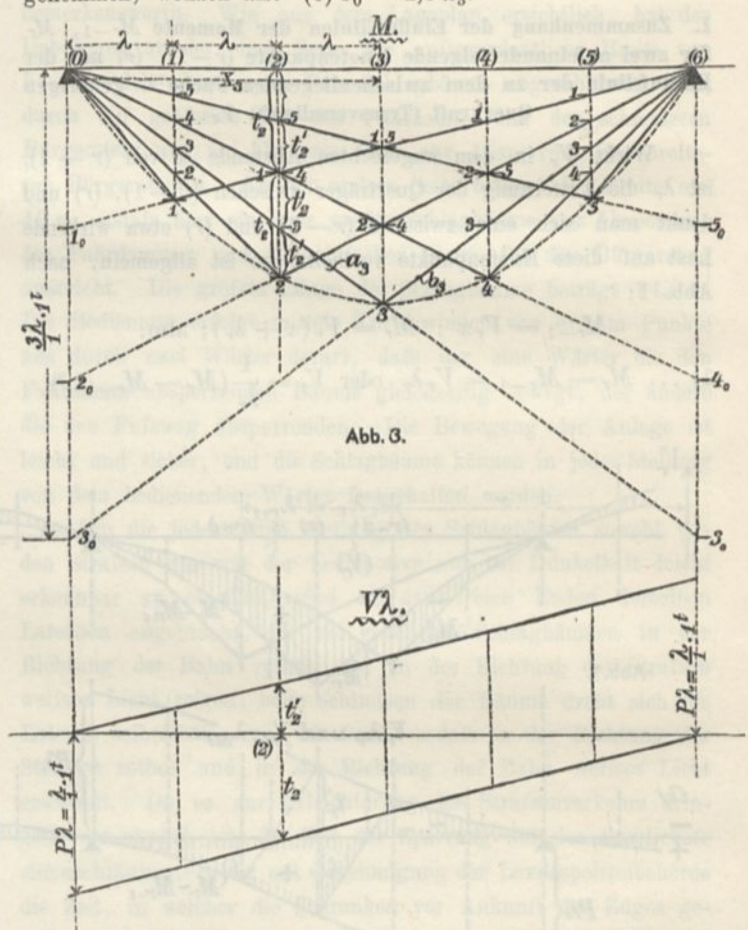
4. Auf der Lothrechten durch einen Knotenpunkt (m) schneiden die, zu Punkten (r) links bezw. rechts von (m) gehörigen Einflufslinien der M je gleiche Strecken t bezw. t' ab.[1])

1) Man vergl. auch die Abhandlung von Prefsler und Krüger im Civilingenieur 1887 S. 313, wo diese Eigenschaft auf anderem Wege nachgewiesen ist.

III. Anwendung der bisherigen Ergebnisse auf einfache und continuirliche Träger.

a) Einfacher Träger.

In Abb. 3 sind die Einflufslinien der Biegungsmomente für einen einfachen Träger mit sechs gleichen Feldern und den Knotenpunkten (0), (1), (2) ... (6) gezeichnet, woraus die eben entwickelte Eigenschaft ersichtlich ist. Die Einflufslinie für einen Knotenpunkt, z. B. für M_3, ist ein Dreieck mit der Spitze unter (3), dessen Seiten a_3, b_3 auf der Lothrechten durch (0) die Strecke $\overline{(0)3_0}=\frac{x_3}{1}\cdot 1^t=\frac{3\lambda}{1}\cdot 1^t$ abschneiden; in Abb. 3 wurde das Verhältnifs $\frac{1^t}{1^m}=\frac{\text{Krafteinheit}}{\text{Längeneinheit}}=1{,}5$ angenommen, wonach also $\overline{(0)3_0}=1{,}5\,x_3$.



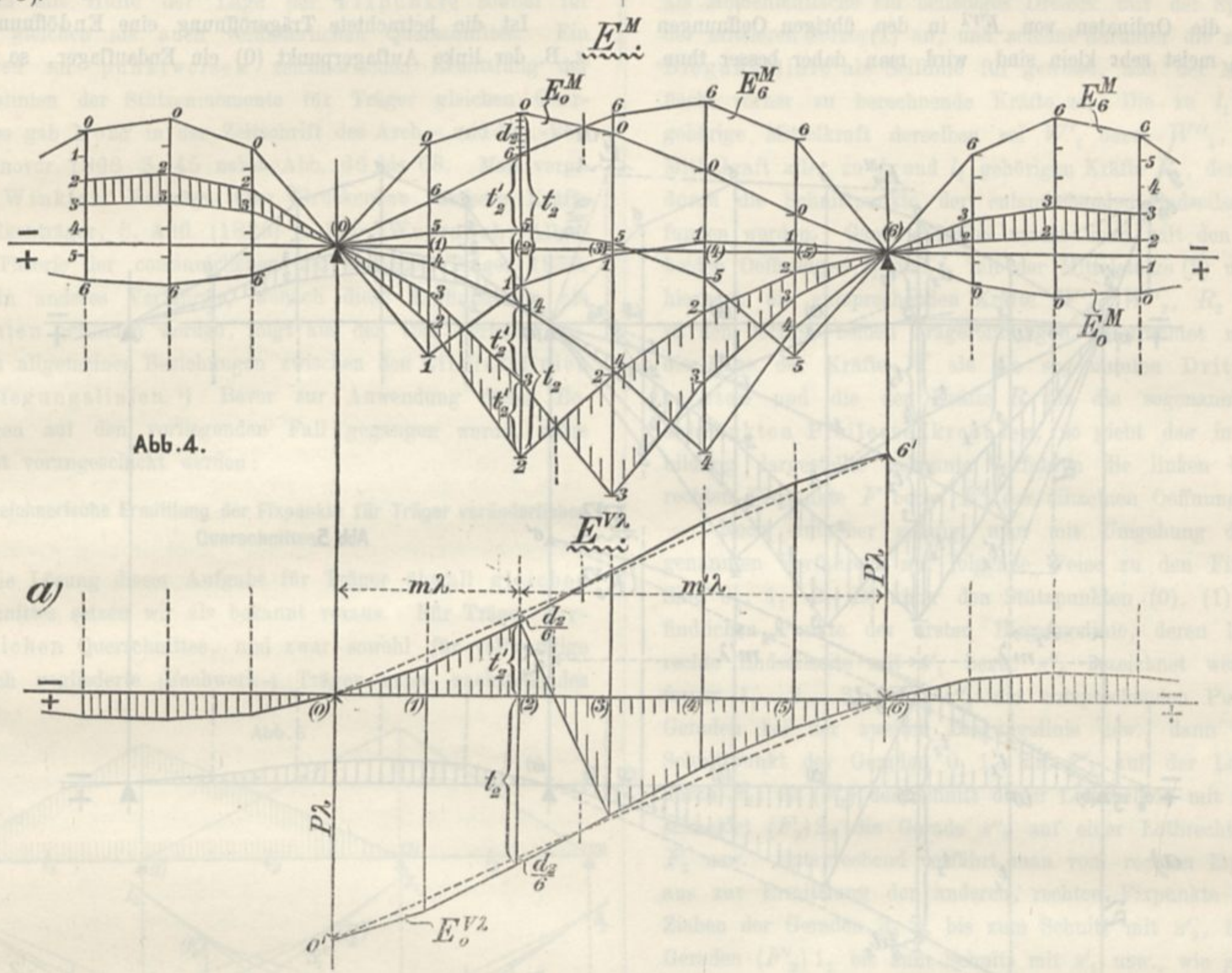
b) Mittlere Oeffnung eines continuirlichen Trägers.

In Abb. 4 sind die entsprechenden Einflufslinien für eine mittlere Oeffnung eines continuirlichen Trägers dargestellt. Die Spannweite zwischen zwei benachbarten Auflagern sei in s gleiche Felder λ getheilt (in Abb. 4 und 5 ist $s=6$) und die Einflufslinie für das Biegungsmoment M eines Knotenpunktes (k) werde kurz mit E_k^M, also die Einflufslinien für die benachbarten Stützenmomente mit E_0^M und E_s^M bezeichnet. Da der Unterschied zweier aufeinanderfolgender Einflufsflächen E_{r-1}^M und E_r^M nach Satz 1. die Einflufsfläche für $V_r\lambda_r$ $(=E_r^{V\lambda})$ darstellt, welche in Abb. 4 und 4a für Fach λ_3 durch senkrechte Strichelung hervorgehoben ist (vergl. auch Abb. 1), so folgt unter Benutzung von Satz 3a. und 4. die einfache Beziehung:

5. Bei einem beliebigen Knotenpunkte (m) ist die zugehörige Ordinate $\left\{\begin{matrix} t_m \\ t'_m \end{matrix}\right\}$ von $E^{V\lambda}$ die Theilstrecke

zwischen den die Ordinate durch (m) schneidenden Einflufslinien $\left\{\begin{matrix} E_0^M \text{ bis } E_m^M \\ E_m^M \text{ bis } E_s^M \end{matrix}\right\}$, wobei stets $t_m + t'_m = P\lambda$ (Formel 3).

(Die Theilstrecken t und t' für Abb. 3 können daher auch aus der darunter gezeichneten Einflufslinie für $V\lambda$ entnommen werden, wie bei Knotenpunkt $(m) = (2)$ zu erkennen ist.)



Nach dieser wichtigen Beziehung lassen sich folgende Aufgaben mit Leichtigkeit lösen:

Erste Aufgabe. Gegeben zwei beliebige, benachbarte Einflufslinien, z. B. E_2^M und E_3^M; gesucht die übrigen Einflufslinien für die betrachtete Oeffnung. Die Ordinatenunterschiede geben zunächst unmittelbar die Ordinaten für $E_3^{V\lambda}$, also links von (3) die Theilstrecken t', bei (3) und rechts von (3) die Strecken t. Die übrigen Theilstrecken werden durch die Beziehung $t_m + t'_m = P\lambda$ gefunden, wodurch alle Einflufslinien bestimmt sind, einschliefslich derjenigen der übrigen $E^{V\lambda}$.

Zweite Aufgabe. Gegeben E_0^M und $E_0^{V\lambda}$ (dicht rechts von (0)); gesucht die anderen Einflufslinien. Aus den durch $E_0^{V\lambda}$ gegebenen t ermittle man die zugehörigen Ergänzungsstrecken t', wodurch auch die übrigen Einflufslinien $E^{V\lambda}$ und E^M einschliefslich E_s^M bestimmt sind. Für die E^M ergiebt sich hiernach folgendes einfache Verfahren: Trage auf der Lothrechten eines Knotenpunktes (m) (vergl. $m = 2$) die Theilstrecke t_m von E_0^M aus $m$mal nach abwärts und vom gefundenen Endpunkt m die Theilstrecke t'_m $m' = (s - m)$ mal nach aufwärts, so erhält man in den ersten bezw. letzteren Theilpunkten die Schnittpunkte der Einflufslinien E_1^M bis E_m^M bezw. E_{m+1}^M bis E_s^M.

Dritte Aufgabe. Gegeben die Einflufslinien der Stützenmomente $E_0{}^M$ und $E_s{}^M$; gesucht die übrigen Einflufslinien. Bezeichnet man den Ordinatenunterschied von $E_0{}^M$ und $E_s{}^M$ bei (m) mit $d_m = M_0^m - M_s^m$ (wobei die absoluten Werthe der Ordinaten für M_0^m und M_s^m zu nehmen sind), so folgt für die Lothrechte bei (m) nach Abb. 4 (vergl. $m = 2$) und Satz 5. die Beziehung, wenn $(s - m) = m'$ gesetzt wird:

$$mt_m = (s - m)\, t'_m + d_m = (s - m)(P\lambda - t_m) + d_m, \text{ woraus:}$$

$$st_m = (s - m) P\lambda + d_m = m'(P\lambda) + d_m \text{ und:}$$

$$4) \ldots \left\{\begin{aligned} t_m &= \frac{m'}{s}(P\lambda) + \frac{d_m}{s} \\ t'_m &= (P\lambda) - t_m = \frac{m}{s}(P\lambda) - \frac{d_m}{s}. \end{aligned}\right.$$

Hiernach lassen sich die Theilstrecken t_m und t'_m aus d_m leicht zeichnerisch wie folgt ermitteln: Mache in Abb. 4a $\overline{(0)\,0'} = \overline{(6)\,6'} = P\lambda$ und ziehe $0'(6)$ sowie $(0)\,6'$, dann sind die durch diese Parallelen abgeschnittenen Ordinaten z. B. bei $(m) = (2)$ oberhalb und unterhalb der Nulllinie: $\frac{m}{s}(P\lambda) = \frac{2}{6} P\lambda$ bezw. $\frac{m'}{s}(P\lambda) = \frac{4}{6} P\lambda$. Trägt man daher $\frac{d_m}{s} = \frac{d_2}{6}$ von den Ordinatenendpunkten aus ab, und zwar in der Richtung $d_2 = \overrightarrow{06}$ (Abb. 4), so erhält man dadurch sofort die Theilstrecken t'_2 und t_2, also auch zwei Punkte für $E^{V\lambda}$. Durch $E^{V\lambda}$ sind auch die übrigen E^M nach dem Vorhergehenden bestimmt.

Wirkt eine Kraft aufserhalb der betrachteten Trägeröffnung l_n, so folgt für $V\lambda$ nach der Abbildung die Beziehung:

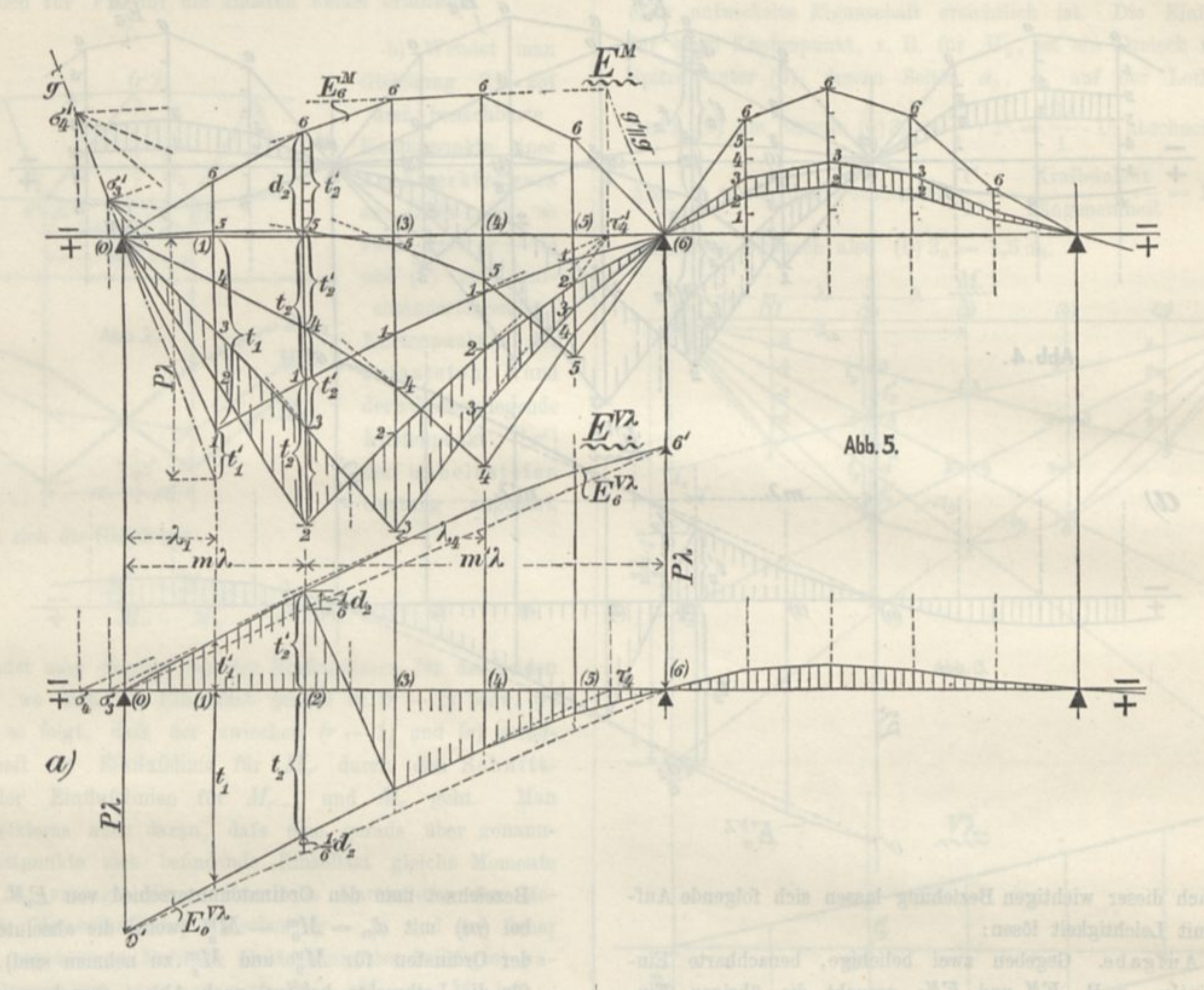
$$V \cdot \lambda_n = \frac{1}{s_n}(M_s - M_0),\ ^{1)} \text{ also:}$$

$$5) \ldots V = \frac{1}{s_n \lambda_n}(M_s - M_0) = \frac{1}{l_n}(M_s - M_0).$$

Da die Ordinaten von $E^{V\lambda}$ in den übrigen Oeffnungen aufser l_n meist sehr klein sind, wird man daher besser thun, für Kräfte aufserhalb l_n die zugehörigen Werthe V aus obiger Gleichung mit Hülfe der gröfseren Ordinaten von $E_s{}^M$ und $E_o{}^M$ zu berechnen.

c) Endöffnung eines continuirlichen Trägers.

Ist die betrachtete Trägeröffnung eine Endöffnung, also z. B. der linke Auflagerpunkt (0) ein Endauflager, so tritt an



Stelle der Einflufslinie $E_o{}^M$ die Nulllinie (Abscissenachse) und man erhält den Fall in Abb. 5 und 5a), wobei alle erwähnten Beziehungen sonst ungeändert bleiben.

Bezeichnet man jetzt $d_m = M_s^m - M_0^m$, so hat man in obigen Formeln 4) das Vorzeichen von d_m zu ändern, sodafs entsteht:

$$4a) \ldots \begin{cases} t_m = \frac{m'}{s}(P\lambda) - \frac{d_m}{s} \\ t'_m = \frac{m}{s}(P\lambda) + \frac{d_m}{s}. \end{cases}$$

Hiernach ist t_2 und t'_2 aus d_2 in Abb. 5a) zeichnerisch ermittelt.

Aus den Beziehungen zwischen Abb. 5 und 5a) ergeben sich weiter nachstehende, als Zeichenproben werthvolle Eigenschaften:

Die Ordinaten zwischen $E_s{}^M = E_6{}^M$ und der zugehörigen Nulllinie sind $s = 6$ mal so grofs als die Ordinaten zwischen $E_6{}^{V\lambda}$ und der Geraden (0) 6'. Dreht man letztere Gerade um (0) bis in die Lage (0) (6) (zugehörige Nulllinie), und soll das eben genannte Ordinatenverhältnifs bestehen bleiben, so dreht sich die zu $E_6{}^M$ gehörige Nulllinie entsprechend um (0) in eine Lage g, und diese Gerade g schneidet auf der Lothrechten durch den Knotenpunkt (1) die Strecke $P\lambda$ ab. Da nun $P\lambda = t_1 + t'_1$, und t_1 in Abb. 5 (oben) von der Nulllinie ausgeht, so folgt weiter, dafs die im ersten Fache λ_1 befindlichen Geraden g und (0) 1 auf der Lothrechten durch (1) auch die Theilstrecke t'_1 abschneiden. Ferner ergiebt sich leicht: Der Schnittpunkt σ_m einer zu $E_0{}^{V\lambda}$ gehörigen und in einem bestimmten Fache λ_m befindlichen Geraden mit der zugehörigen Nulllinie (in Abb. 5a ist σ_3 und σ_4 gezeichnet), liegt lothrecht unter dem Schnittpunkt σ'_m der entsprechenden Geraden von $E_6{}^M$ mit g und die von (0) ausgehenden (nach den unteren Knickpunkten zu fallenden) Theile der Einflufslinien E^M, zwischen denen die Theilstrecken t' liegen (also bis zum allgemeinen Knickpunkt m gerechnet), sind untereinander affin und zwar ist g die Affinitätsachse und entsprechende Punkte liegen auf lothrechten Geraden. Für die übrigen (von den unteren Knickpunkten aus nach rechts steigenden) Theile der Einflufslinien, zwischen denen sich die Theilstrecken t befinden, ist die Nulllinie gleichzeitig Affinitätsachse, und die in einem Fache λ_m (z. B. λ_4) liegenden zugehörigen Theile dieser E^M schneiden die Nulllinie in einem Punkte τ'_m, welcher lothrecht über dem Schnittpunkt τ_m des entsprechenden Theiles von $E_0{}^{V\lambda}$ mit der zugehörigen Nulllinie liegt und ferner lothrecht über dem Schnittpunkt des zu λ_m gehörigen Theiles von $E_0{}^M$ mit einer durch (6) gezogenen Geraden $g' \| g$ (wie in Abb. 5 für λ_4 gezeigt ist).

Es werde hier noch bemerkt, dafs $E_0{}^{V\lambda}$ nichts weiter ist als die λ-fache Einflufslinie des Endauflagerdruckes bei (0), da die Querkraft V_0 dicht rechts von (0) stets gleich dem Auflagerdruck bei (0) ist.

1) λ_n und s_n beziehen sich hierbei (mit den betrachteten Einflufslinien) auf l_n.

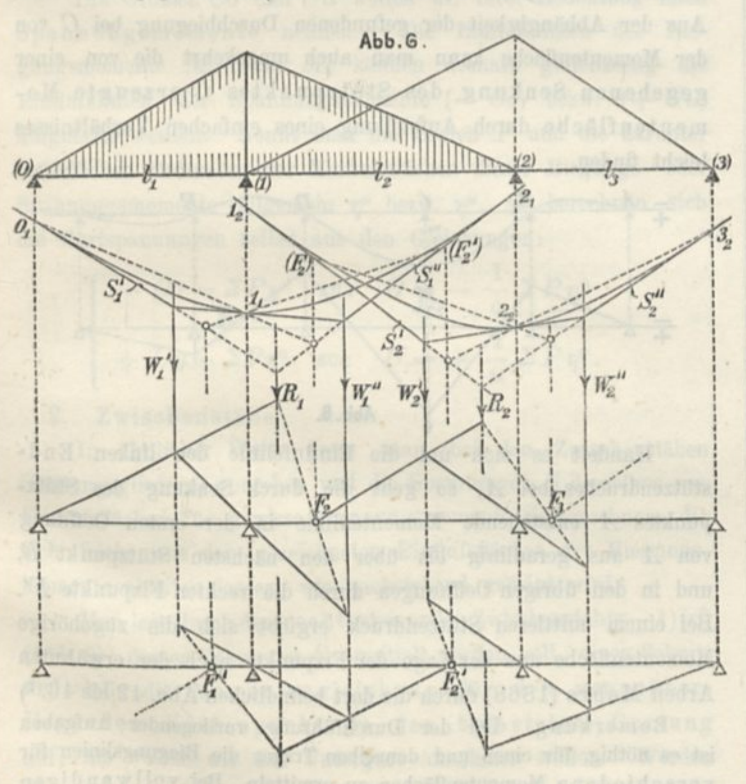
IV. Die Ermittlung der Fixpunkte und der Einflufslinien der Stützenmomente und Auflagerdrücke continuirlicher Träger.

Die genannten Einflufslinien lassen sich am einfachsten ermitteln mit Hülfe der Lage der Fixpunkte sowohl für Träger gleichen als auch veränderlichen Querschnittes. Ein Verfahren zur punktweisen zeichnerischen Ermittlung der Einflufslinien der Stützenmomente für Träger gleichen Querschnittes gab Mohr in der Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Ver. in Hannover 1868 S. 45 nebst Abb. 66 bis 68. Man vergl. ferner Winkler: Vorträge über Brückenbau, äufsere Kräfte der Balkenträger, 3. Aufl. (1886) S. 125; Weyrauch: Allgemeine Theorie der continuirlichen und einfachen Träger 1873.

Ein anderes Verfahren, wonach diese Einflufslinien als Seillinien gefunden werden, folgt aus den vom Verfasser gegebenen allgemeinen Beziehungen zwischen den Einflufslinien und Biegungslinien.[1] Bevor zur Anwendung dieser Beziehungen auf den vorliegenden Fall gegangen werde, möge zunächst vorangeschickt werden:

a) Die zeichnerische Ermittlung der Fixpunkte für Träger veränderlichen Querschnittes.

Die Lösung dieser Aufgabe für Träger überall gleichen Querschnittes setzen wir als bekannt voraus. Für Träger veränderlichen Querschnittes, und zwar sowohl für vollwandige als auch gegliederte (Fachwerk-) Träger möge nachstehendes



allgemeine Verfahren gegeben werden, welches eine Erweiterung des Verfahrens bei gleichem Querschnitte darstellt und sich unschwer nach der oben erwähnten grundlegenden Arbeit Mohrs ableiten läfst, worauf hier, als zu weit führend und den Rahmen dieser Arbeit überschreitend, nicht näher eingegangen werden kann. Das Verfahren werde nachfolgend an einem Träger über vier Stützpunkten (0), (1), (2), (3) mit drei Oeffnungen l_1, l_2, l_3 (Abb. 6), erläutert, wobei die Ermittlung der Biegunglinien für vollwandige und Fachwerkträger auch als bekannt vorausgesetzt wird.[1]

Ueber den ersten beiden Oeffnungen l_1 und l_2 nehme man als Momentenfläche ein beliebiges Dreieck mit der Spitze über der mittleren Stütze (1) an, und zeichne darunter die zugehörige Biegungslinie als Seillinie für gewisse, aus der Momentenfläche vorher zu berechnende Kräfte w. Die zu l_1 bezw. l_2 gehörige Mittelkraft derselben sei W'_1 bezw. W''_1, und die Mittelkraft aller zu l_1 und l_2 gehörigen Kräfte R_1, deren Lagen durch die Schnittpunkte der entsprechenden Endseilseiten gefunden werden. Ganz dasselbe mache man mit den nächsten beiden Oeffnungen l_2 und l_3 mit der Mittelstütze (2) und findet hiernach die entsprechenden Kräfte W'_2, W''_2, R_2 usw. bis zu den letzten beiden Trägeröffnungen. Betrachtet man jetzt die Lage der Kräfte W als die sogenannten Drittelsenkrechten und die der Kräfte R als die sogenannten verschränkten Pfeilersenkrechten, so giebt das in der Abbildung dargestellte bekannte Verfahren die linken bezw. die rechten Fixpunkte F bezw. F' der einzelnen Oeffnungen.

Noch einfacher gelangt man mit Umgehung des letztgenannten Verfahrens auf folgende Weise zu den Fixpunkten: Sind 0_1, 1_1, 2_1 die unter den Stützpunkten (0), (1), (2) befindlichen Punkte der ersten Biegungslinie, deren linke und rechte Endseilseite mit s'_1 bezw. s''_1 bezeichnet werde, sind ferner 1_2, 2_2, 3_2, s'_2, s''_2 die entsprechenden Punkte und Geraden bei der zweiten Biegungslinie usw., dann liegt der Schnittpunkt der Geraden $0_1\ 1_1$ mit s''_1 auf der Lothrechten durch F_2; ist (F_2) der Schnitt dieser Lothrechten mit s'_2, dann schneidet $(F_2)2_2$ die Gerade s''_2 auf einer Lothrechten durch F_3 usw. Entsprechend verfährt man vom rechten Endauflager aus zur Ermittlung der anderen, rechten Fixpunkte F' durch Ziehen der Geraden $3_2\ 2_2$ bis zum Schnitt mit s'_2, ferner der Geraden $(F'_2)\,1_1$ bis zum Schnitt mit s'_1 usw., wie gezeichnet. Der Beweis folgt unmittelbar durch Vergleich mit dem darunter gezeichneten Verfahren nach einem bekannten geometrischen Satze.

Bemerkung. Da die hier bei den Biegungslinien in Betracht kommenden Endseilseiten für je zwei benachbarte Felder nichts weiter sein sollen als die rückwärts verlängerten Biegungslinien der beiderseits nächstbenachbarten, starr gedachten Trägertheile (auf welche keine Kräfte wirken), so folgt für Fachwerke, dafs auch die hierbei in den Auflagerknotenpunkten wirkenden Kräfte w berücksichtigt werden müssen; nur für das erste und letzte Auflager ist es gleichgültig, ob die dort wirkende Kraft w berücksichtigt wird oder nicht, da die Lage der Fixpunkte hiervon unabhängig ist (wie man durch eine bei den Biegungslinien ausgeführte Handskizze leicht erkennt). Die im mittleren Auflagerpunkt zweier benachbarten Felder wirkende Kraft w (z. B. im Punkt 1_1 bei der ersten Biegungslinie) kann man entweder zum linken oder zum rechten Trägerfeld rechnen und hiernach die davon abhängige Lage der beiden Mittelkräfte W' und W'' bestimmen; in beiden Fällen kommt man aber auch hier zu die gleiche Lage des gefundenen Fixpunktes, wie man sich durch eine Handzeichnung auch sofort überzeugt.

b) Die Einflufslinie eines Stützenmomentes.

Nach den allgemeinen Beziehungen zwischen den Einflufs- und Biegungslinien kann die Einflufslinie eines Biegungsmomentes um einen Punkt A eines Trägers aufgefafst werden als die Biegungslinie, welche entsteht, wenn sich die bei A

1) Vergl. Land: Die Gegenseitigkeit elastischer Formänderungen als Grundlage einer allgemeinen Darstellung der Einflufslinien aller Trägerarten usw., Wochenblatt f. Baukunde, Januar 1887 S. 25.

1) Vergl. darüber: Mohr, Hannoversche Zeitschrift 1875 S. 22; Müller-Breslau, desgl. 1885 S. 418; Land, Zeitschrift d. österreich. Ing.- und Arch.-Vereins 1888 S. 174 und Civilingenieur 1889 S. 375.

benachbarten Querschnitte gegenseitig um einen Winkel von der Gröfse $P = 1$ (d. h. gleich der zeichnerischen Darstellung der wandernden Einzellast $P = 1^t$) verdrehen; diese Verdrehung wird durch Zwischenfügung eines gedachten Gelenkes ermöglicht. Der Drehwinkel wird hierbei dargestellt durch die zwischen den beiderseitigen Tangenten an die Biegungslinie beim Gelenkpunkte befindliche lothrechte Ordinate in der wagerechten Entfernung 1 vom Drehpunkte.

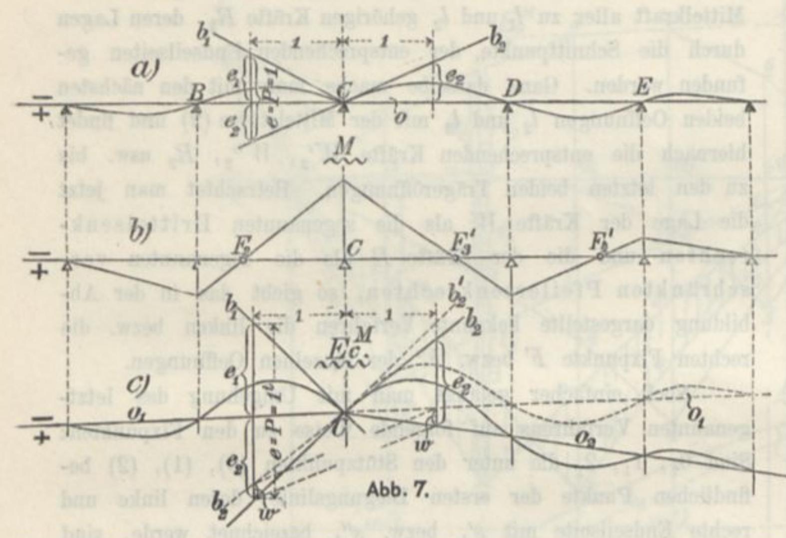


Abb. 7.

Anwendung auf die Einflufslinie des Stützenmomentes M_c bei dem Stützpunkte C des in Abb. 7 dargestellten continuirlichen Trägers über fünf Oeffnungen:

Denkt man sich bei C im Träger ein Gelenk eingefügt und beide Trägertheile gegenseitig so verdreht, dafs die Auflagerbedingungen erfüllt bleiben und bei C ein abwärts gerichteter Knickwinkel entsteht (entsprechend der von einem positiven Moment beabsichtigten Drehung des linken Trägertheiles gegen den rechten rechts herum), so ergiebt sich die in Abb. a gezeichnete Biegungslinie, welche als Einflufslinie E_c^M aufgefafst werden kann. Die zwischen den beiderseitigen Berührungslinien b_1 und b_2 bei C in der wagerechten Entfernung 1 m gemessene Ordinate e ist die zugehörige zeichnerische Darstellung der wandernden Einzellast $P = 1^t$ und gleichzeitig die Einheitsordinate ($= 1^{tm}$) der Einflufslinie. Sind e_1 und e_2 die beiden Ordinaten zwischen b_1 bezw. b_2 und der Nulllinie o in der Entfernung 1 links bezw. rechts von C, so ist demnach auch $e = e_1 + e_2 = 1^{tm}$. Die Ordinate e_1 bezw. e_2 stellt dann den Drehwinkel von b_1 bezw. b_2 gegen die Nulllinie dar. Die der Biegungslinie entsprechende Momentenlinie, Abb. b, geht links von C durch die linken Fixpunkte F und rechts von C durch die rechten Fixpunkte F', denn es sind sowohl die links als rechts von C befindlichen Oeffnungen unbelastet. Zeichnet man zu dem links und rechts von C befindlichen Theile der Momentenfläche je die zugehörige Biegungslinie (als Seillinie für gewisse Kräfte w mit derselben, aber sonst beliebigen Polweite) so, dafs die allgemeine Form der ganzen Biegungslinie (Abb. a) entsteht, dann müssen die zugehörigen beiden Nulllinien o_1 und o_2 unter den Stützpunkten die Ordinaten Null besitzen, wodurch sie selbst bestimmt sind, und wobei sich links und rechts von C Zeichenproben ergeben. Dreht man den rechten Theil der Biegungslinie mit der Nulllinie o_2 und der Berührungslinie b_2 bei C so, dafs o_2 mit o_1 zusammenfällt und die Ordinaten ungeändert bleiben, dann erhält man aus den beiden Berührungslinien b_1 und b'_2 bei C sofort in der oben angegebenen Weise die zeichnerische Darstellung der zur Biegungs- (oder Einflufs-) linie gehörigen Einheitsordinate $e = P = 1^t = 1^{tm}$. Will man die genannte Drehung vermeiden und die beiden Theile der Einflufslinien auf die beiden Nulllinien o_1 bezw. o_2 beziehen, dann ist die Einheitsordinate nach Obigem: $e = e_1 + e_2$, wie gezeichnet. Dieselbe Einheitsordinate erhält man auch, wenn man den in der angegebenen Weise zu messenden Drehwinkel zwischen b_1 und b_2 um das Mafs des Drehwinkels w zwischen o_2 und o_1 vermehrt oder vermindert, je nachdem o_2 unterhalb bezw. oberhalb der verlängerten Nulllinie o_1 liegt, wie in der Abbildung durch parallele Uebertragung von w angegeben ist.

c) Die Einflufslinie eines Auflagerdruckes. [1]

Dieselbe kann aufgefafst werden als die Biegungslinie des Trägers, Abb. 8, welche entsteht, wenn der betreffende Auflagerpunkt C um die Gröfse $P = 1$ gesenkt wird (entsprechend der von einem positiven, abwärts gerichteten Auflagerdruck beabsichtigten Verschiebung des Stützpunktes). Diese Senkung kann durch die Wirkung einer nach Wegnahme des betreffenden Stützpunktes an dieser Stelle auf den Träger wirkenden abwärts gerichteten Kraft erzeugt werden. Zeichnet man für diesen Belastungsfall die zugehörige Momentenfläche und zu dieser mit beliebiger Polweite die Biegungslinie, so stellt diese die gesuchte Einflufslinie dar, deren Einheitsordinate $P = 1^t$ durch die gefundene Senkung des betrachteten Stützpunktes gemessen wird. Aus der Abhängigkeit der gefundenen Durchbiegung bei C von der Momentenfläche kann man auch umgekehrt die von einer gegebenen Senkung des Stützpunktes C erzeugte Momentenfläche durch Aufstellung eines einfachen Verhältnisses leicht finden.

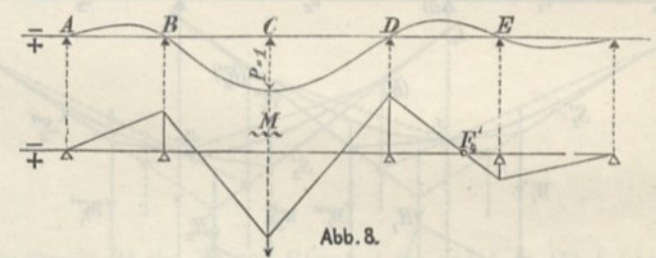


Abb. 8.

Handelt es sich um die Einflufslinie des linken Endstützendruckes bei A, so geht die durch Senkung des Stützpunktes A entstehende Momentenlinie in der ersten Oeffnung von A aus geradlinig bis über den nächsten Stützpunkt B, und in den übrigen Oeffnungen durch die rechten Fixpunkte F'. Bei einem mittleren Stützendruck ergiebt sich die zugehörige Momentenfläche aus der Lage der Fixpunkte nach der erwähnten Arbeit Mohrs (1868) durch die dort befindlichen Abb. 42 bis 46. [2])

Bemerkung. Bei der Durchführung vorliegender Aufgaben ist es nöthig, für einen und denselben Träger die Biegungslinien für verschiedene Momentenflächen zu ermitteln. Bei vollwandigen Trägern veränderlichen Querschnitts geht man hierbei zweckmäfsig in der Weise vor, dafs man zunächst die Theilkräfte w (deren Seillinie die Biegungslinie ergiebt) bei gewisser Eintheilung der Momentenfläche für ein überall gleiches Moment $M = 1$ berechnet und für die verschiedenen Belastungsfälle mit den mittleren Ordinaten der zugehörigen Theilmomentenflächen multipliciert. Bei Fachwerkträgern kann man ganz ebenso vorgehen, wenn man die Längenänderungen der Zwischenstäbe bei der Formänderung vernachlässigt,

---

1) Die Ermittlung dieser Einflufslinie wurde wegen des einfachen Zusammenhanges mit der vorhergehenden Betrachtung hier beigefügt; hiermit sind alle, für die Berechnung beliebiger continuirlicher Träger in Betracht kommenden Einflufslinien in vorliegender Abhandlung dargestellt.

2) Vgl. auch: Handbuch d. Ing.-Wiss., eiserne Balkenbrücken, von Steiner.

wobei nur die Momente um die Knotenpunkte der Gurtungen in Betracht kommen. Im anderen Falle benutzt man die bei der zeichnerischen Ermittlung der Biegungslinien für die Bestimmung der Fixpunkte (Abb. 6) bereits berechneten Theilkräfte w, wobei man als Moment über der mittleren Stütze je zweier benachbarten Felder den Werth $M=1$ annimmt. Für jede beliebige, zwischen zwei benachbarten Stützen $(n-1)$, (n) geradlinig begrenzte Momentenfläche mit den Endordinaten M_{n-1} und M_n lassen sich dann die zugehörigen Kräfte w nach der Beziehung ermitteln:

$$w = M_{n-1}\, w_{n-1} + M_n\, w_n\,,$$

wobei mit w_{n-1} und w_n allgemein die zu den Mittelkräften W''_{n-1} bezw. W'_n gehörigen Theilkräfte bezeichnet werden; vergl. Abb. 6. Schliefslich werde noch, als fast selbstverständlich erwähnt, dafs man die zeichnerische Darstellung auch durch Rechnung verfolgen kann, indem man die einzelnen Ordinaten der Biegungslinien (Seillinien) als Momente der Kräfte w berechnet.

V. Die Einflufslinien der Spannungsmomente bei Fachwerkträgern.

1. Gurtstäbe.

Bezeichnet man die Spannung eines $\begin{Bmatrix}\text{Obergurtstabes mit } O\\ \text{Untergurtstabes mit } U\end{Bmatrix}$, die zugehörigen Momente um die gegenüberliegenden Knotenpunkte mit $\begin{Bmatrix}M_o\\ M_u\end{Bmatrix}$, die Hebelsarme mit $\begin{Bmatrix}o\\ u\end{Bmatrix}$, so berechnen sich die Gurtspannungen bekanntlich nach den Formeln:

$$\begin{cases} Oo = -M_o \\ Uu = +M_u \end{cases}.$$

Die Gröfsen Oo und Uu wollen wir ihrer Bedeutung nach Spannungsmomente nennen. Die Einflufslinien der Biegungsmomente M_o bezw. M_u können deshalb gleichzeitig als Einflufslinien der Spannungsmomente $(-Oo)$ bezw. $(+Uu)$ aufgefafst werden. Nennt man die Lasten P und die darunter befindlichen Ordinaten der Einflufsflächen dieser Biegungs- oder Spannungsmomente allgemein η^o bezw. η^u, so berechnen sich die Gurtspannungen selbst aus den Gleichungen:

$$\begin{cases} -Oo = \Sigma P\eta^o \quad \text{zu:} \quad O = -\dfrac{1}{o}\,\Sigma P\eta^o \\ +Uu = \Sigma P\eta^u \quad \text{zu:} \quad U = +\dfrac{1}{u}\,\Sigma P\eta^u. \end{cases}$$

2. Zwischenstäbe.

In ähnlicher Weise kann man bei den Zwischenstäben (Füllungsgliedern) vorgehen und die Spannungen S derselben aus Einflufsflächen für gewisse Spannungsmomente Ss berechnen, die sich leicht aus den gezeichneten Einflufsflächen der Biegungsmomente ableiten lassen, wie nachstehend gezeigt wird.

Man lege durch den rechtssteigenden Zwischenstab $(r-1)(r')$ (Abb. 9), dessen Spannung S ermittelt werden soll, einen Schnitt und stelle die Momentengleichung für den gegenüberliegenden Knotenpunkt (r) der belasteten Gurtung auf, als welche wir den Untergurt annehmen wollen. Werden die von $(r-1)$ und (r) auf O und S gefällten Senkrechten nach Abb. 9 mit o, o', s bezeichnet, so lautet diese Momentengleichung:

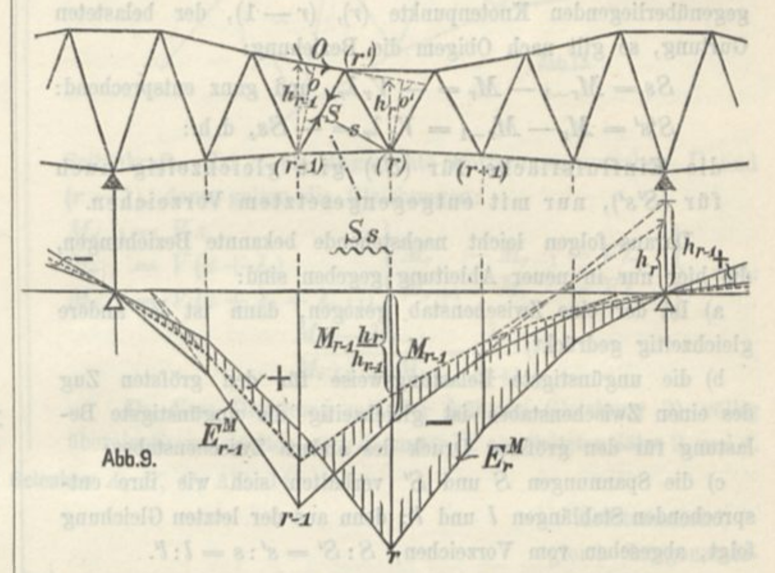
$$Ss + Oo' + M_r = 0, \text{ woraus: } Ss = -(Oo' + M_r).$$

Es ist aber: $O = -\dfrac{M_{r-1}}{o}$, daher wird:

$$6) \;\ldots\; Ss = M_{r-1}\cdot\frac{o'}{o} - M_r = M_{r-1}\cdot\frac{h_r}{h_{r-1}} - M_r,$$

wobei h_{r-1} und h_r die von $(r-1)$ und (r) bis zum Schnitt mit O gemessenen Lothrechten bedeuten.

Dies ist die Gleichung für das Spannungsmoment Ss, wobei M_{r-1} und M_r die bei beliebiger Belastung gleichzeitig eintretenden Momente sind, welche bei einer wandernden Einzellast durch die Ordinaten der Einflufslinien für M_{r-1} und M_r unter der Laststellung zu entnehmen sind. Dieser Werth für Ss läfst sich nach obiger Formel bei einer Einzellast für jeden Knotenpunkt aus E^M_{r-1} und E_r^M leicht zeichnerisch ermitteln, wie dies unter dem Punkte $(r+1)$ in der Abb. 9 geschehen und wohl ohne weitere Erklärung verständlich ist.[1]) Die gestrichelte Fläche ist demnach die Einflufsfläche des Spannungsmomentes Ss. Die Ordinate derselben ist Null, d. h. eine Belastungsscheide für S findet an der Stelle statt, für welche $M_{r-1}\dfrac{o'}{o} = M_r$, also $\dfrac{M_{r-1}}{M_r} = \dfrac{o}{o'} = \dfrac{h_{r-1}}{h_r}$ wird, was fast stets in dem Fache eintreten wird, in welchem sich der Zwischenstab (S) befindet.



Bei einem linkssteigenden Zwischenstab ist die Betrachtung ganz ähnlich, sodafs darauf nicht weiter eingegangen werde.

Einige Folgerungen.

1. Für parallele Gurtungen ist $h_{r-1} = h_r$ und man erhält einfach:

$$Ss = M_{r-1} - M_r, \text{ d. h.:}$$

der Unterschied der Einflufsflächen für M_{r-1} und M_r stellt sofort die Einflufsfläche für das Spannungsmoment Ss dar.

Es wurde früher bewiesen, dafs $M_r - M_{r-1} = V_r\lambda_r$ ist (Formel 1), wobei V_r die im Fache λ_r wirkende Querkraft bedeutet. Für parallele Gurtungen ergiebt sich demnach auch:

$$Ss = -V_r\lambda_r,$$

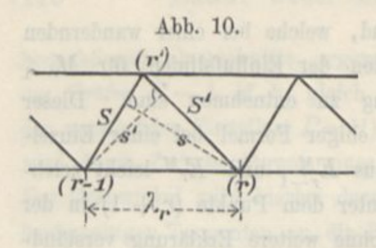
wodurch man zu der bekannten Beziehung gelangt:

$$S = -V_r\cdot\frac{\lambda_r}{s}.$$

Diese Beziehung gilt nicht nur bei wagerechten, sondern auch bei geneigten parallelen Gurtstäben (welche bei Bogenfachwerken vorkommen können), zwischen denen sich der Zwischenstab befindet, wie aus vorliegender Ableitung ersichtlich.

1) Die Einflufslinie für $M_{r-1}\cdot\dfrac{h_r}{h_{r-1}}$ ist affin mit E^M_{r-1} in Beziehung auf die Nulllinie als Affinitätsachse; daher genügt die Festlegung eines Punktes, um mit Hülfe der affinen Beziehung die übrigen zu ermitteln, wie Abb. 9 zeigt.

Abb. 10.



2. Sind für einen Parallelträger, Abb. 10, Ss und $S's'$ die Spannungsmomente für zwei, von einem Knotenpunkte (r') der unbelasteten Gurtung ausgehende Zwischenstäbe in Bezug auf die gegenüberliegenden Knotenpunkte (r), $(r-1)$, der belasteten Gurtung, so gilt nach Obigem die Beziehung:

$$Ss = M_{r-1} - M_r = -V_r \lambda_r, \text{ und ganz entsprechend:}$$

$$S's' = M_r - M_{r-1} = V_r \lambda_r = -Ss, \text{ d. h.:}$$

die Einflufsfläche für (Ss) gilt gleichzeitig auch für $(S's')$, nur mit entgegengesetztem Vorzeichen.

Daraus folgen leicht nachstehende bekannte Beziehungen, die hier nur in neuer Ableitung gegeben sind:

a) Ist der eine Zwischenstab gezogen, dann ist der andere gleichzeitig gedrückt;

b) die ungünstigste Belastungsweise für den gröfsten Zug des einen Zwischenstabes ist gleichzeitig die ungünstigste Belastung für den gröfsten Druck des andern Zwischenstabes;

c) die Spannungen S und S' verhalten sich wie ihre entsprechenden Stablängen l und l'; denn aus der letzten Gleichung folgt, abgesehen vom Vorzeichen, $S : S' = s' : s = l : l'$.

VI. Fachwerkträger mit steifen Ständern und schlaffen, einfach gekreuzten Zwischenstäben (Gegendiagonalen).

Abb. 11.

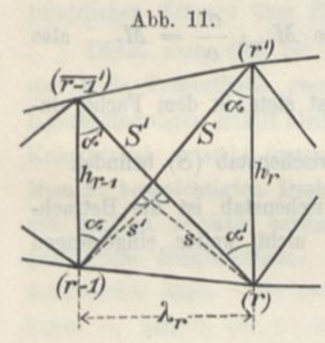


Abb. 11 zeigt ein Fach (λ_r) eines solchen Trägers. Man betrachte zunächst nur den rechts steigenden Zwischenstab $(r-1)\,(r')$ als vorhanden und bezeichne dessen Spannungsmoment um den gegenüberliegenden Knotenpunkt (r) der belasteten Gurtung mit Ss, sowie die Längen der lothrechten Ständer bei $(r-1)$ und (r) mit h_{r-1} bezw. h_r, dann ist nach 6):

$$Ss = M_{r-1}\frac{h_r}{h_{r-1}} - M_r = h_r\left(\frac{M_{r-1}}{h_{r-1}} - \frac{M_r}{h_r}\right).$$

Bezeichnet α den Neigungswinkel des Zwischenstabes S gegen die Lothrechte, so ist $\frac{s}{h_r} = \sin\alpha$, also entsteht:

$$S\sin\alpha = \frac{M_{r-1}}{h_{r-1}} - \frac{M_r}{h_r}.$$

Nimmt man jetzt weiter an, es sei in dem Fache λ_r nur der Zwischenstab $(r)\,\overline{(r-1')}$ vorhanden, und bezeichnet dessen Spannungsmoment um den gegenüberliegenden Knotenpunkt $(r-1)$ der belasteten Gurtung mit $S's'$, so folgt durch Vertauschung von M_{r-1} mit M_r, sowie von h_{r-1} mit h_r ganz entsprechend:

$$S's' = M_r\frac{h_{r-1}}{h_r} - M_{r-1} = -h_{r-1}\left(\frac{M_{r-1}}{h_{r-1}} - \frac{M_r}{h_r}\right),$$

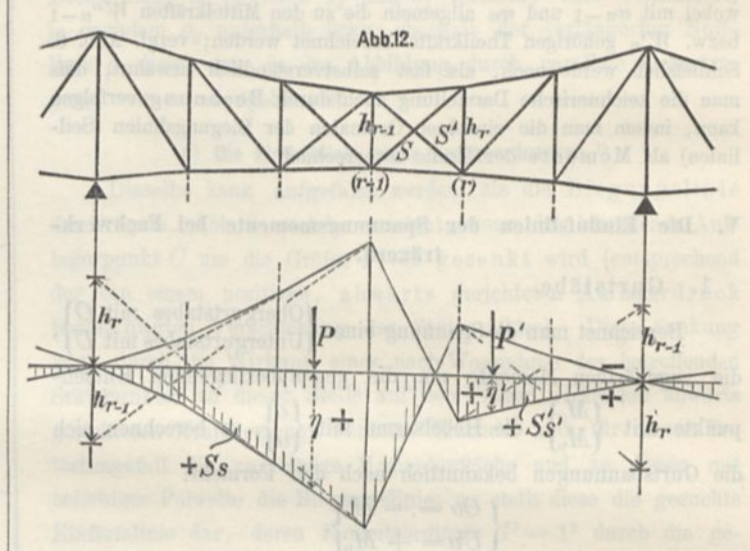
$$S'\sin\alpha' = -\left(\frac{M_{r-1}}{h_{r-1}} - \frac{M_r}{h_r}\right) = -S\sin\alpha; \text{ d. h.:}$$

Ist das eine Mal nur der eine, das andere Mal nur der andere Zwischenstab vorhanden, so sind bei gleicher Belastung die wagerechten Seitenkräfte der Spannungen S und S' einander gleich, aber haben verschiedenes Vorzeichen.

Weiter ergiebt sich:

$$\frac{Ss}{S's'} = -\frac{h_r}{h_{r-1}} \text{ d. h.:}$$

Die Ordinaten η und η' der Einflufsflächen für (Ss) und $(S's')$ besitzen überall das gleiche Verhältnifs $\frac{\eta}{\eta'} = -\frac{h_r}{h_{r-1}}$; die auf eine gerade Nulllinie bezogenen Einflufslinien sind demnach affin, vergl. Abb. 12. Die ungünstigste Laststellung für den



gröfsten Zug des einen Zwischenstabes ist gleichzeitig ungünstigste Stellung für den gröfsten Druck des anderen Zwischenstabes. Sind demnach beide Zwischenstäbe gleichzeitig vorhanden, aber nur auf Zug widerstandsfähig (schlaff), sodafs sich dieselben in ihrer Wirkungsweise bei verschiedenen Laststellungen gegenseitig ablösen, so kann man für beide Zwischenstäbe eine einzige Einflufsfläche zeichnen, welche nur aus den positiven Theilen der einzelnen Einflufsflächen besteht, welche in Abb. 12 gestrichelt sind. Bezeichnet man die Lasten innerhalb des positiven Theiles der Einflufsflächen für $\begin{Bmatrix} Ss \\ S's' \end{Bmatrix}$ mit $\begin{Bmatrix} P \\ P' \end{Bmatrix}$ und die zugehörigen Ordinaten für den ganzen Verlauf der Einflufsflächen mit $\begin{Bmatrix} \eta \\ \eta' \end{Bmatrix}$, und zwar ohne Berücksichtigung des Vorzeichens, so ist der Beitrag jeder Einzellast $\begin{Bmatrix} P \\ P' \end{Bmatrix}$ auf das positive Spannungsmoment $\begin{Bmatrix} Ss \\ S's' \end{Bmatrix}$ ausgedrückt durch $\begin{Bmatrix} P\eta \\ P'\eta' \end{Bmatrix}$, und für eine beliebige Belastung ist:

$$Ss = \Sigma P\eta - \Sigma P'\eta = \Sigma P\eta - \frac{h_r}{h_{r-1}}\Sigma P'\eta'$$

$$S's' = \Sigma P'\eta' - \Sigma P\eta' = \Sigma P'\eta' - \frac{h_{r-1}}{h_r}\Sigma P\eta = -(Ss)\frac{h_{r-1}}{h_r};$$

dasjenige Spannungsmoment, welches hierbei positiv ausfällt, gelangt zur Wirkung. Sucht man nur die bei der ungünstigsten Laststellung sich ergebenden gröfsten Spannungsmomente, so hat man einfacher:

$$\max Ss = \Sigma P\eta \text{ und } \max S's' = \Sigma P'\eta'.$$

Für Parallelträger ist $h_{r-1} = h_r$, also wird aus den allgemeinen Formeln für beliebige Belastung:

$$Ss = \Sigma P\eta - \Sigma P'\eta'$$

$$S's' = \Sigma P'\eta' - \Sigma P\eta = -Ss.$$

Aus den gezeichneten Einflufsflächen für die aufeinanderfolgenden gleichgerichteten Zwischenstäbe kann man, bei getrennter Berücksichtigung des Eigengewichtes und der Verkehrs-

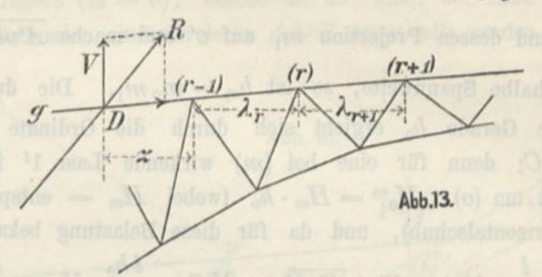
last, leicht beurtheilen, in welchen Fächern gekreuzte Zwischenstäbe nothwendig werden. Bei der Berechnung der **Ständer** und der **Gurtstäbe** für solche Fächer, in denen gekreuzte Zwischenstäbe vorhanden sind, mufs man, um die zugehörigen ungünstigsten Laststellungen zu finden, stets berücksichtigen, welche von den in Betracht kommenden Zwischenstäben bei der betreffenden Lastenstellung **gezogen** werden, was nach den gezeichneten Einflufsflächen leicht zu entscheiden ist.

Die unter I, II, V u. VI gegebenen Untersuchungen gelten sowohl für **einfache** als **continuirliche** Träger.

B. Bogenträger.

VII. Einiges über die Einflufslinien der Biegungsmomente bei Bogenträgern für die Knotenpunkte einer geradlinigen Gurtung.

Die unter II. entwickelten Eigenschaften gelten in beschränkter Weise auch für Bogenträger beliebiger Art, und zwar für die Einflufslinien der Biegungsmomente um die Knotenpunkte einer **geradlinig gedachten Obergurthälfte**. Man betrachte drei aufeinanderfolgende Knotenpunkte $(r-1)$, (r), $(r+1)$ einer solchen Gurtung g, Abb. 13, zwischen denen **keine** Lasten wirken sollen, nenne die Mittelkraft aller links von denselben wirkenden Kräfte (einschliefslich des Auflagerdruckes) R und zerlege R in dem Schnittpunkt D mit g in eine lothrechte Seitenkraft V und eine in Richtung g wirkende



Seitenkraft. Ist x die wagerechte Entfernung zwischen D und $(r-1)$, dann gelten die Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} M_{r-1} = Vx \\ M_r = V(x+\lambda_r) \\ M_{r+1} = V(x+\lambda_r+\lambda_{r+1}) \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} M_r - M_{r-1} = V\lambda_r \\ M_{r+1} - M_r = V\lambda_{r+1} \end{array}\right\}; \text{ also:}$$

$$\frac{M_r - M_{r-1}}{M_{r+1} - M_r} = \frac{\lambda_r}{\lambda_{r+1}}.$$

Da diese Gleichung mit der früheren Gleichung 2) völlig übereinstimmt, gelten auch die unter II. abgeleiteten Sätze 2. und 4.

a) Bogenträger mit drei Gelenken A, B, C, Abb. 14.

Es bezeichne: f die Pfeilhöhe des Bogens (bis zum Scheitelgelenk C), h_0 die Höhe des Endständers, und lediglich zur Abkürzung $r'|P$ einen lothrechten Projectionsstrahl durch einen Punkt P.¹)

Die Einflufslinie E_r^M für M_r besteht bekanntlich aus drei geraden Linien a_r, b_r, c_r, welche sich unter den Punkten (r) und C schneiden und von denen die mittlere b_r die Nulllinie o' lothrecht unter dem Schnittpunkt r^o von $A\,(r)$ mit BC schneidet (Belastungsscheide), da eine bei r_o wirkende Last kein Moment bei (r) erzeugt.²) Unter der einfachen Annahme: Kräftemafsstab gleich Längenmafsstab (d. h. zeichnerische Darstellung von 1^t gleich zeichnerische Darstellung von 1^m), schneidet b_r weiter die Gerade $r'|A$ in einem Punkte r_o, für welchen $A'r_o = x_r$ = wagerechter Abstand zwischen $A-(r)$ ist.¹) Hierdurch ist die Einflufslinie für M_r völlig bestimmt. Zeichnet man hiernach auch die übrigen Einflufslinien, so schneiden dieselben, bei gleicher Fachlänge λ, auf den Lothrechten durch die Knotenpunkte im Sinne von Satz 4. gleiche Strecken ab. Daraus folgt, dafs sich die Linien b alle in **einem** Punkte D schneiden müssen, da sie die Verbindungslinien entsprechender Punkte perspectivisch liegender Punktreihen (die Lothrechten) sind.

Abb.14.

Läfst man den Momentenpunkt (r) auf g wandern, bis er zu den beiden Grenzlagen (o) und (m) auf $r'|A$ bezw. $r'|C$

1) r' soll hierbei nur die lothrechte **Richtung** angeben und steht mit dem Knotenpunkt r in keiner Beziehung.

1) Andere Darstellungen dieser, sowie überhaupt aller Arten von Einflufslinien für statisch bestimmte Träger finden sich in den Aufsätzen des Verfassers über: „**Kinematische Theorie der statisch bestimmten Träger**", Schweizer. Bauzeitung Dec. 1887 S. 157 und Zeitschr. des österreich. Ing.- und Arch.-Vereins 1888 S. 11 u. 162.

1) Anderenfalls wäre $\overline{A'r_o} = \frac{x_r}{1} \cdot 1^t$; vergl. III. a).

gelangt, so erhält man D als Schnittpunkt der zugehörigen Geraden b_0 und b_m. Letztere Gerade b_m ergiebt sich nach dem angegebenen Verfahren: Ermittle m^0 (Schnittpunkt von $A(m)$ mit BC) und dessen Projection m_1 auf o' und mache $\overline{A'm_0} = \frac{l}{2}$ gleich halbe Spannweite, so ist $b_m = m_0\, m_1$. Die durch A gehende Gerade b_0 ergiebt sich durch die Ordinate $\overline{C_1\, C'}$ unter C; denn für eine bei (m) wirkende Last 1^t ist das Moment um (o): $M_0{}^m = H_m \cdot h_o$ (wobei H_m = entsprechender Horizontalschub), und da für diese Belastung bekanntlich $H_m = \frac{l}{4f} \cdot 1^t$ ist, folgt $\overline{C_1\, C'} = M_0{}^m = \frac{l\, h_0}{4f} \cdot 1^t$.

Weiter ergiebt sich leicht aus der Abbildung: Ist F der Schnitt von $m_0\, m_1$ mit $r'|C$ und zieht man $A'F$, so schneidet diese Gerade, zusammen mit dem Strahlenbüschel $A'(a)$ auf $r'|D$ wieder gleiche Strecken λ ab, und die Schnittpunkte entsprechender Geraden a und b, als Erzeugnifs zweier projectivischer Strahlenbüschel $A'(a)$ und $D(b)$ (mit einem in der Lothrichtung gelegenen unendlich fernen Punkte), liegen auf einer **Parabel** mit lothrechter Achse, welche durch die Punkte $A'FD$ geht und die Nulllinie in der Projection des Schnittpunktes von g mit BC schneidet.[1])

b) Bogenträger mit zwei Gelenken A, B, Abb. 15.

Die Einflufslinie E^H des wagerechten Auflagerdruckes H sei in Abb. 15 gezeichnet und zwar sei δ die Mafseinheit der Ordinaten (d. h. z. B. $\delta^{mm} = 1^t$), dann findet man die Einflufslinie eines Biegungsmomentes $E_m{}^M$ z. B. $E_2{}^M$ nach der Beziehung:

$$M_2 = \mathfrak{M}_2 - H \cdot h, \text{ oder } \frac{M_2}{h} = \left(\frac{\mathfrak{M}_2}{h} - H\right),$$

wobei $\mathfrak{M}_2$ das von der Belastung erzeugte Moment für den entsprechenden statisch bestimmten Träger ($H = 0$) ist. Zeichnet man deshalb die Einflufsfläche für $\frac{\mathfrak{M}_2}{h}$ nach Abschnitt III. a) als Dreieck (bezogen auf dieselbe Nulllinie wie E^H), dessen Seiten auf der Lothrechten durch A die Strecke $\frac{x_2}{h} \cdot 1^t = \frac{2\lambda}{h} \cdot \delta$ abschneiden, so stellt der Unterschied dieser Einflufsfläche und derjenigen für H die Einflufsfläche für $\frac{M_2}{h}$ dar, mit dem Ordinatenmafsstab: $1^t = \delta^{mm}$, oder sofort die **Einflufsfläche für** M_2 mit dem Ordinatenmafsstab $1^{tm} = \frac{1}{h^m} \cdot \delta^{mm}$.[2])

Für die beiden Grenzfälle, wo der Momentenpunkt lothrecht über A bezw. B fällt, wird $\mathfrak{M} = 0$, also $\frac{M_0}{h} = \frac{M_6}{h} = -H$, d. h. es ist die Einflufsfläche für $\frac{M_0}{h}$ und $\frac{M_6}{h}$ gleich der negativen Einflufsfläche für H, welche in Abb. 15a **oberhalb** der Nulllinie (negatives Gebiet) dargestellt und kurz mit $E_0^{\overline{M}} = E_6^{\overline{M}}$ bezeichnet ist. Da nun die anderen $E^{\overline{M}}$ auf den Knotenpunktslothrechten nach dem Sinne von Satz 4. gleiche Strecken abschneiden, und diese Theilstrecken (t bezw. t') gleich denen sind, welche von den Einflufslinien für $\frac{\mathfrak{M}}{h}$ gebildet werden, letztere aber (entsprechend Abb. 3) aus der in Abb. 15b

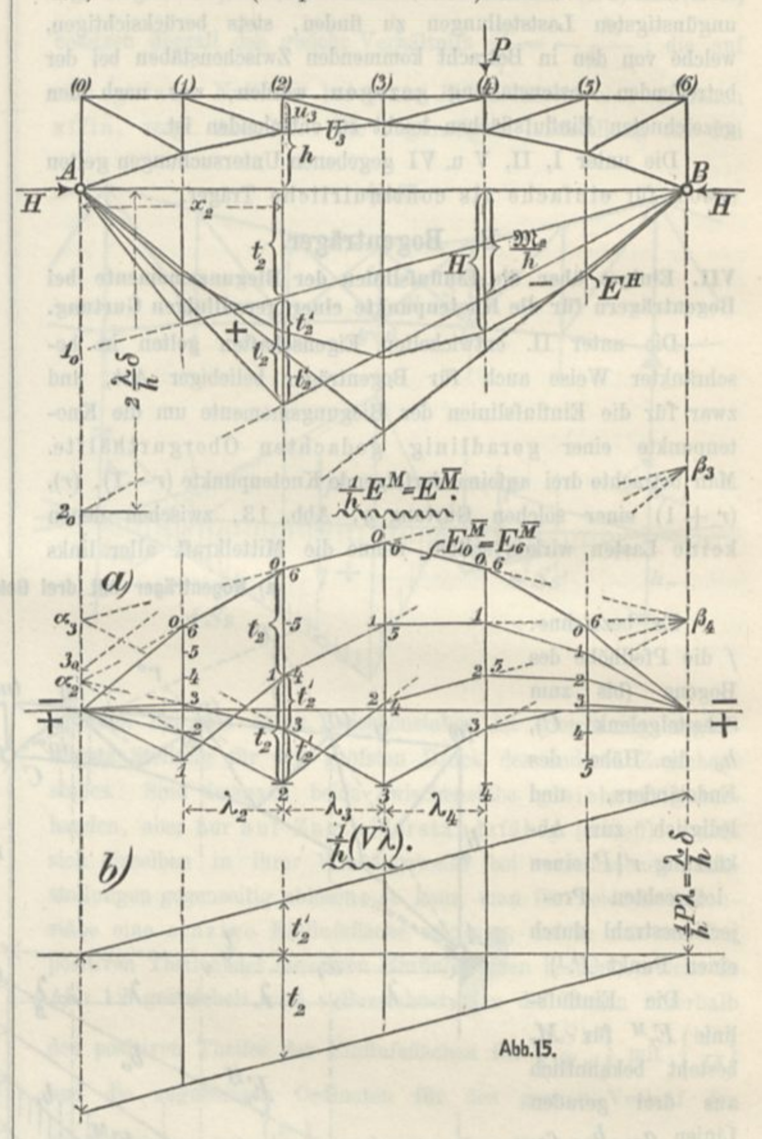


Abb. 15.

dargestellten Einflufslinie für $\frac{1}{h}$ $(V\lambda)$ entnommen werden können, so ergiebt sich zur Ermittlung aller übrigen $E^{\overline{M}}$ folgendes einfache Verfahren (Abb. 15a):[1])

Zeichne E^H von der angenommenen Nulllinie nach aufwärts und trage auf der Lothrechten eines bestimmten Knotenpunktes (m) (vergl. $m = 2$) die Theilstrecke t_m von E^H aus m mal nach abwärts und vom gefundenen Endpunkt m die Theilstrecke $t'_m\, m' = (s - m)$ mal nach aufwärts (wobei Spannweite gleich $s\lambda$), so erhält man in den ersten bezw. letzteren Theilpunkten die Schnittpunkte der Einflufslinien $E_1^{\overline{M}}$ bis $E_m^{\overline{M}}$

1) Aus demselben Grunde liegen auch die Eckpunkte der Einflufslinien der Momente bei dem **einfachen** Träger auf einer **Parabel**, welche auch in Abb. 3 gezeichnet ist.

2) Vergl. Theorie und Berechnung der eisernen Bogenbrücken von **Müller-Breslau**. Seite 104, Tafel 8, Abb. 95; desgl. Handbuch d. Ingen.-Wissensch. Brückenbau 2. Aufl., eiserne Bogenbrücken von **Melan** S. 70 und 108.

2) Es werde hier bemerkt, dafs die in Abb. 15 (oben) gegebene Darstellung der **Einflufsflächen** für $\frac{M}{h}$ (als Unterschied der veränderlichen Dreiecksfläche für $\frac{\mathfrak{M}}{h}$ mit der stets gleichbleibenden Fläche von E^H) an Einfachheit nichts zu wünschen übrig läfst. Bei der wirklichen **Anwendung** der Einflufsflächen zur Berechnung der Grenzspannungen durch Verschieben eines Papierstreifens mit darauf gezeichneter Lastengruppe ist es jedoch bequemer, übersichtlicher und namentlich bei der erwünschten möglichst grofsen Darstellung der Ordinaten auch genauer, die Einflufsflächen von einer **geraden** Nulllinie aus zu haben, und denn tritt die in Abb. 15a gegebene Darstellung ein.

bezw. $E^{\overline{M}}_{m+1}$ bis $E_6^{\overline{M}}$ (vergl. die Aufgabe 2 unter III. b). In Abb. 15a sind $E_1^{\overline{M}}$, $E_2^{\overline{M}}$ und $E_3^{\overline{M}}$ gezeichnet.

Aus dem Zusammenhange von Abb. 15a und 15b ergiebt sich weiter: Die in einem bestimmten Fache λ_m (z. B. λ_3) liegenden und zu Knotenpunkten $\left\{\begin{matrix}\text{rechts}\\\text{links}\end{matrix}\right\}$ von λ_m gehörigen Theile der $E^{\overline{M}}$ schneiden sich in einem Punkte $\left\{\begin{matrix}\alpha_m\\\beta_m\end{matrix}\right\}$ auf der $\left\{\begin{matrix}\text{linken}\\\text{rechten}\end{matrix}\right\}$ Auflagerlothrechten, d. h. alle vom $\left\{\begin{matrix}\text{linken}\\\text{rechten}\end{matrix}\right\}$ Endpunkt der Nulllinie ausgehenden Theile der $E^{\overline{M}}$ bis zum allgemeinen unteren Knickpunkt r unter (r) sind untereinander affin und zwar ist die $\left\{\begin{matrix}\text{linke}\\\text{rechte}\end{matrix}\right\}$ Auflagerlothrechte die zugehörige Affinitätsachse und entsprechende Punkte liegen auf lothrechten Geraden.

Die letztgenannte Eigenschaft gilt übrigens auch für entsprechende Einflufslinien für beliebige andere Momentenpunkte, wie im nächsten Abschnitt durch Satz 6 und 6a gezeigt wird.

Aus den gezeichneten Einflufslinien $E^{\overline{M}} = \frac{1}{h} E^M$ berechnen sich sofort die Untergurtspannungen, so z. B. U_3 aus der Momentengleichung um (2):

$$\frac{1}{h}(U_3 u_3) = \frac{1}{h} M_2 = \frac{1}{\delta} \underset{2}{\Sigma} P\eta \quad \text{zu}$$

$$U_3 = \frac{h}{u_3\,\delta} \underset{2}{\Sigma} P\eta,$$

wobei sich die Ordinaten η und das Zeichen $\underset{2}{\Sigma}$ auf die Einflufslinie für $\frac{M_2}{h}$ beziehen.

VIII. Die Einflufslinien der Werthe $\frac{M}{y} = \overline{M}$ für beliebige Momentenpunkte bei Bogenträgern mit zwei oder drei Gelenken.

a) Einflufslinien zur Berechnung der Gurtspannungen.

Bei der Berechnung einer Gurtspannung kommt das Moment des dem Stabe gegenüberliegenden Knotenpunktes in Betracht.

Es sei nun die Aufgabe gestellt, für das in Abb. 16 dargestellte Bogenfachwerk mit zwei Kämpfergelenken A, B die gegenseitigen Beziehungen der Momente um einen gewissen Knotenpunkt (r) zu untersuchen, wenn eine Einzellast P auf zwei benachbarten Knotenpunkten $(m-1)$ bezw. (m) wirkt.

Wird der durch eine Einzellast P in (m) entstehende linke Kämpferdruck zerlegt in eine lothrechte Seitenkraft A_m und eine in Richtung AB wirkende Seitenkraft H'_m, welche unter dem Winkel α gegen die Wagerechte geneigt sei, und bezeichnet man das hierbei entstehende Moment um (r) mit M_r^m, so ist nach Abb. 16:

$$M_r^m = A_m x_r - H'_m y'_r, \text{ wobei } y'_r \perp AB.$$

Bezeichnet man weiter die wagerechte Seitenkraft von H'_m mit $H_m = H'_m \cos\alpha$ und die lothrechte Ordinate von (r) in Bezug auf AB mit y_r, so ist $H'_m y'_r = H'_m y_r \cos\alpha = H_m y_r$, sodafs entsteht:

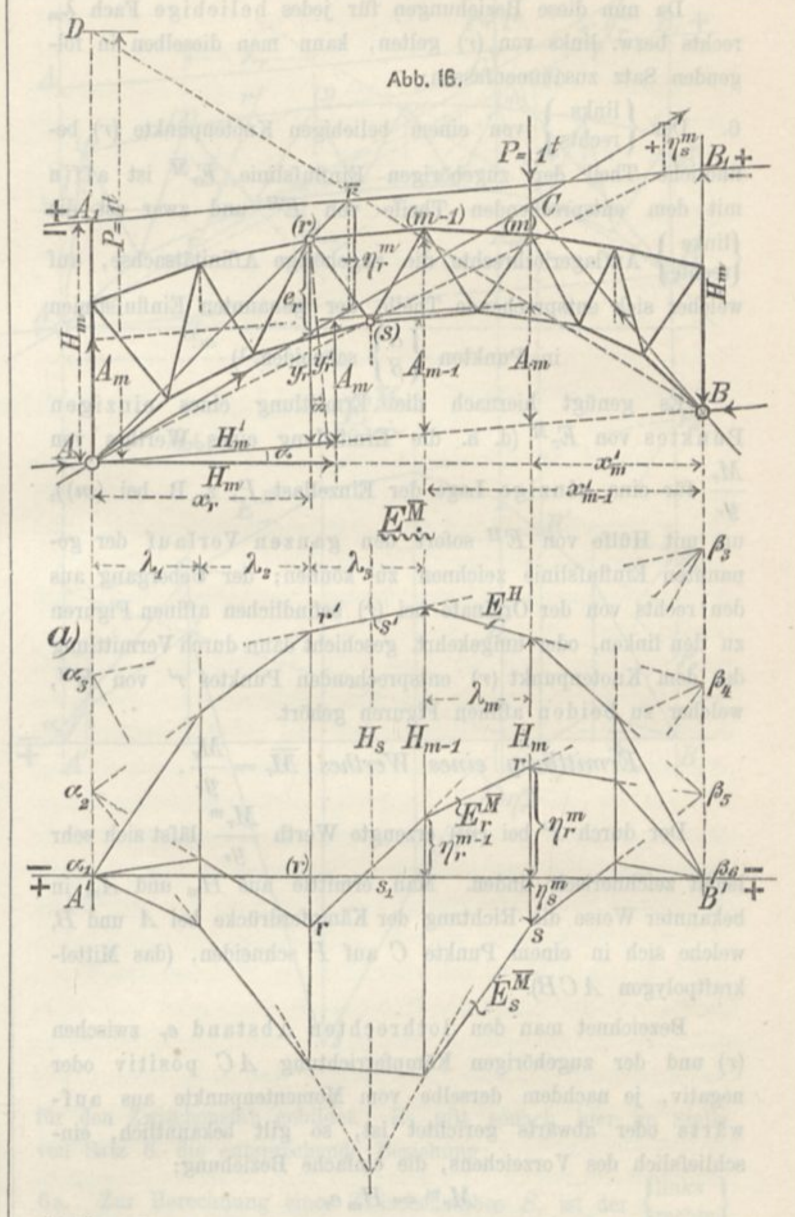
$$M_r^m = A_m x_r - H_m y_r \text{ oder}$$

$$7) \;.\;.\;.\;.\; H_m + \frac{M_r^m}{y_r} = A_m \frac{x_r}{y_r}.$$

Wirkt die Einzellast jetzt in $(m-1)$, so gilt für das neue Moment M_r^{m-1} um (r) ganz entsprechend:

$$7a) \;.\;.\;.\; H_{m-1} + \frac{M_r^{m-1}}{y_r} = A_{m-1} \frac{x_r}{y_r}.$$

A_m und A_{m-1} sind aber bekanntlich gleich den lothrechten Auflagerdrücken des entsprechenden statisch bestimmten Balkenträgers ($H = 0$), welche als die unter der Last befindlichen Ordinaten eines Dreiecks ADB dargestellt werden, wobei



$\overline{AD} = P$ ist. Durch Division der Gleichungen 7 und 7a erhält man hiernach die Beziehung:

$$8) \;.\;.\;.\; \frac{H_m + \overline{M}_r^m}{H_{m-1} + \overline{M}_r^{m-1}} = \frac{A_m}{A_{m-1}} = \frac{x'_m}{x'_{m-1}}.$$

Diese Gleichung läfst eine sehr einfache zeichnerische Deutung zu. Denkt man sich von einer gegebenen Nulllinie $A'B'$ aus (Abb. 16a), die Einflufslinie für $\overline{M}_r = \frac{M_r}{y_r}$ gezeichnet, nachfolgend kurz mit $E_r^{\overline{M}}$ bezeichnet, sowie die Einflufslinie E^H für H, und zwar letztere auf der negativen Seite der Nulllinie (aufwärts), so stellen $H_m + \overline{M}_r^m$ bezw. $H_{m-1} + \overline{M}_r^{m-1}$ die Abstände der das Fach λ_m begrenzenden Ordinatenendpunkte zwischen E^H und $E_r^{\overline{M}}$ dar, gleichgiltig ob ein Werth von $\overline{M}_r$ positiv oder negativ ist; in Abb. 16a wurden $\overline{M}_r^m = \eta_r^m$ und $\overline{M}_r^{m-1} = \eta_r^{m-1}$ negativ angenommen.

Gleichung 8) drückt daher folgende Beziehung aus:

Die in einem Fache λ_m rechts von (r) befindlichen Theile der Einflufslinien E^H und $E_r^{\overline{M}}$ schneiden sich in einem Punkte β_m auf der rechten Auflagerlothrechten (durch B).

Ganz entsprechend gilt die Beziehung:

Die in einem Fache λ_m links von (r) befindlichen Theile der genannten Einflufslinien schneiden sich in einem Punkte α_m auf der linken Auflagerlothrechten (durch A).

Da nun diese Beziehungen für jedes beliebige Fach λ_m rechts bezw. links von (r) gelten, kann man dieselben in folgenden Satz zusammenfassen:

6. Der $\begin{Bmatrix}\text{links}\\\text{rechts}\end{Bmatrix}$ von einem beliebigen Knotenpunkte (r) befindliche Theil der zugehörigen Einflufslinie $E_r^{\overline{M}}$ ist affin mit dem entsprechenden Theile von E^H und zwar ist die $\begin{Bmatrix}\text{linke}\\\text{rechte}\end{Bmatrix}$ Auflagerlothrechte die zugehörige Affinitätsachse, auf welcher sich entsprechende Theile der genannten Einflufslinien in Punkten $\begin{Bmatrix}\alpha\\\beta\end{Bmatrix}$ schneiden. [1])

Es genügt hiernach die Ermittlung eines einzigen Punktes von $E_r^{\overline{M}}$ (d. h. die Ermittlung eines Werthes von $\frac{M_r}{y_r}$ für eine einzige Lage der Einzellast P, z. B. bei (m)), um mit Hülfe von E^H sofort den ganzen Verlauf der genannten Einflufslinie zeichnen zu können; der Uebergang aus den rechts von der Ordinate bei (r) befindlichen affinen Figuren zu den linken, oder umgekehrt, geschieht dann durch Vermittlung des dem Knotenpunkt (r) entsprechenden Punktes r' von E^H, welcher zu beiden affinen Figuren gehört.

Ermittlung eines Werthes $\overline{M}_r = \frac{M_r}{y_r}$.

Der durch P bei (m) erzeugte Werth $\frac{M_r^m}{y_r}$ läfst sich sehr leicht zeichnerisch finden. Man ermittle aus H_m und A_m in bekannter Weise die Richtung der Kämpferdrücke bei A und B, welche sich in einem Punkte C auf P schneiden, (das Mittelkraftpolygon ACB).

Bezeichnet man den lothrechten Abstand e_r zwischen (r) und der zugehörigen Kämpferrichtung AC positiv oder negativ, je nachdem derselbe vom Momentenpunkte aus aufwärts oder abwärts gerichtet ist, so gilt bekanntlich, einschliefslich des Vorzeichens, die einfache Beziehung:

$$M_r^m = H_m e_r$$

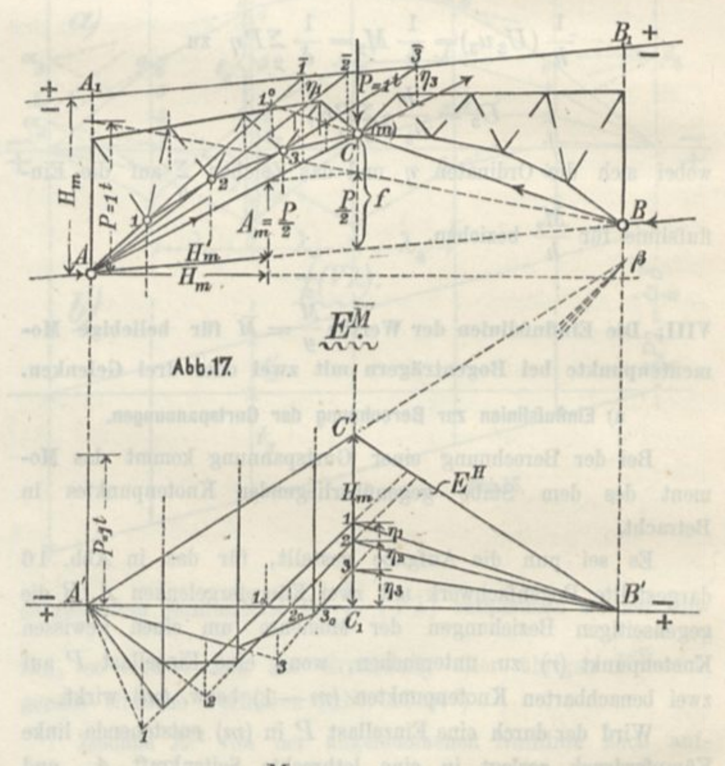
(wie sich durch Zerlegung des Kämpferdruckes im Schnittpunkte mit y_r in eine lothrechte und die wagerechte Seitenkraft H_m sofort ergiebt). Der gesuchte Werth $\frac{M_r^m}{y_r} = H_m \frac{e_r}{y_r} = \eta_r^m$ läfst sich hiernach leicht als Länge finden. Zieht man nämlich zu AB eine Parallele $A_1 B_1$ im lothrechten Abstande H_m, so trifft die Gerade $A(r)$ diese Parallele in einem Punkte $\overline{r}$, dessen lothrechter Abstand von der Kraftlinie $AC = \eta_r^m$ ist, (denn es ist $e_r : y_r = \eta_r^m : H_m$); η_r^m ist in demselben Sinne wie e_r positiv oder negativ zu rechnen, je nachdem η_r^m oberhalb oder unterhalb der Geraden $A_1 B_1$ liegt. Auf diese Weise kann man mit grofser Leichtigkeit für die feste Lage $P_{(m)}$ die zugehörigen Werthe $\frac{M^m}{y} = \eta^m$ für ganz beliebige Momentenpunkte zeichnerisch ermitteln (in Abb. 16 für (r) und (s) geschehen), auf der Lothrechten durch (m) von der gegebenen Nulllinie $A'B'$ aus als Ordinaten mit Berücksichtigung des Vorzeichens auftragen (Abb. 16a) und mit Hülfe von Satz 6. sofort alle zugehörigen Einflufslinien $E^{\overline{M}}$ zeichnen.

Ist (s) ein Knotenpunkt der unbelasteten Gurtung, so gilt Satz 6. auch für diesen Fall, wie man durch ganz gleiche Betrachtungen wie die vorhergehenden leicht erkennt; (man bringe die Einzellast einmal über (s) und dann über einen benachbarten Knotenpunkt des zugehörigen belasteten Faches λ_s $(= \lambda_3)$, entsprechend den früheren Punkten (m) und $(m-1)$). Der unter (s) befindliche Punkt s' von E^H ist dann der Vermittlungspunkt zwischen den links und rechts davon befindlichen affinen Figuren; die hierbei unter λ_s entstehende Ecke von $E_s^{\overline{M}}$ wird nachträglich geradlinig abgeschnitten, da (s) eben kein unmittelbar belasteter Knotenpunkt ist.

Beispiele.

1. Bogenträger mit drei Gelenken A, B, C.

Da in den vorangegangenen Betrachtungen keine andere Bedingung gestellt war, als dafs die Kämpferdrücke durch die Gelenke A und B gehen, so gelten die Untersuchungen auch für Bogenträger mit drei Gelenken. In Abb. 17 sind die Ein-



flufslinien der Werthe $\frac{M}{y}$ für die Knotenpunkte 1, 2, 3 des Untergurtes ermittelt (zur Berechnung der Obergurtspannungen). Die Einflufslinie E^H ist ein Dreieck mit der unter C befindlichen Ordinate $\overline{C_1 C'} = \frac{l}{4f} \cdot 1^t = H_m$. Die Einzellast $P = 1^t$ wird am einfachsten über dem Scheitelgelenk C angenommen, wobei die Kämpferdrücke in die Richtungen AC und BC fallen (woraus sich auch sehr leicht der zugehörige Werth H_m aus dem Stützendruck $A_m = \frac{P}{2}$ finden läfst, wie gezeichnet). Durch $A_1 B_1 \parallel AB$ in der lothrechten Entfernung H_m sind die Ordinaten η_1, η_2, η_3 gefunden (negativ) und von C_1 aus oberhalb der Nulllinie $A'B'$ aufgetragen; durch den Punkt β sind die Einflufslinien bestimmt.

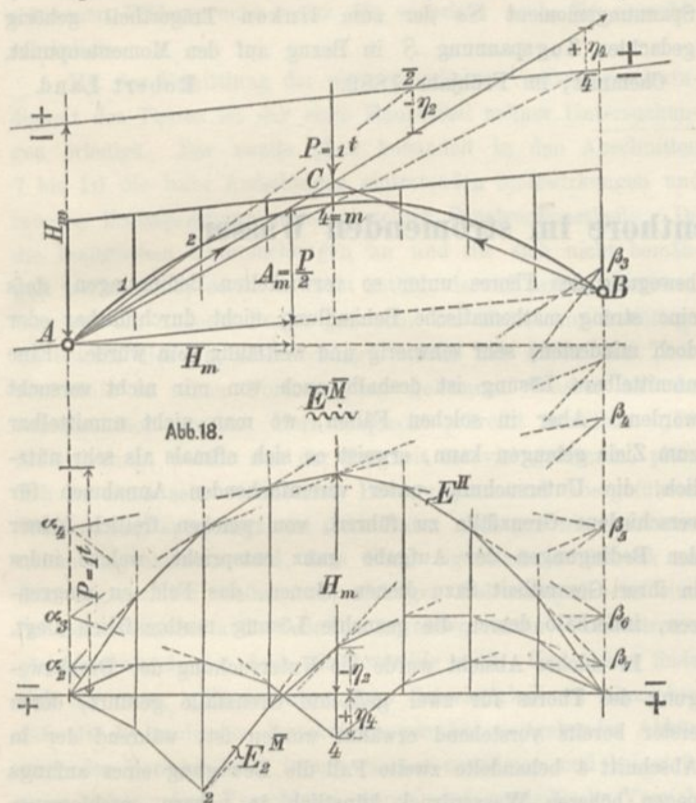
Noch einfacher kann man zu den gezeichneten Einflufslinien gelangen, wenn man an Stelle der Ordinaten η die

1) Diese Beziehung kann auch durch ähnliche Betrachtungen gefunden werden, wie solche in Abschnitt VII. b) an Abb. 15 und 15a angestellt sind.

leichter zu findenden Belastungscheiden 1_0, 2_0, 3_0 ermittelt (vgl. VIIa und Abb. 14); so z. B. ist 1_0 die Projection des Schnittpunktes 1^0 von $A1$ mit BC. Durch die Verbindungslinien der Belastungsscheiden mit β sind die Einflufslinien bestimmt.

2. Elastischer Bogenträger mit zwei Kämpfergelenken A, B.

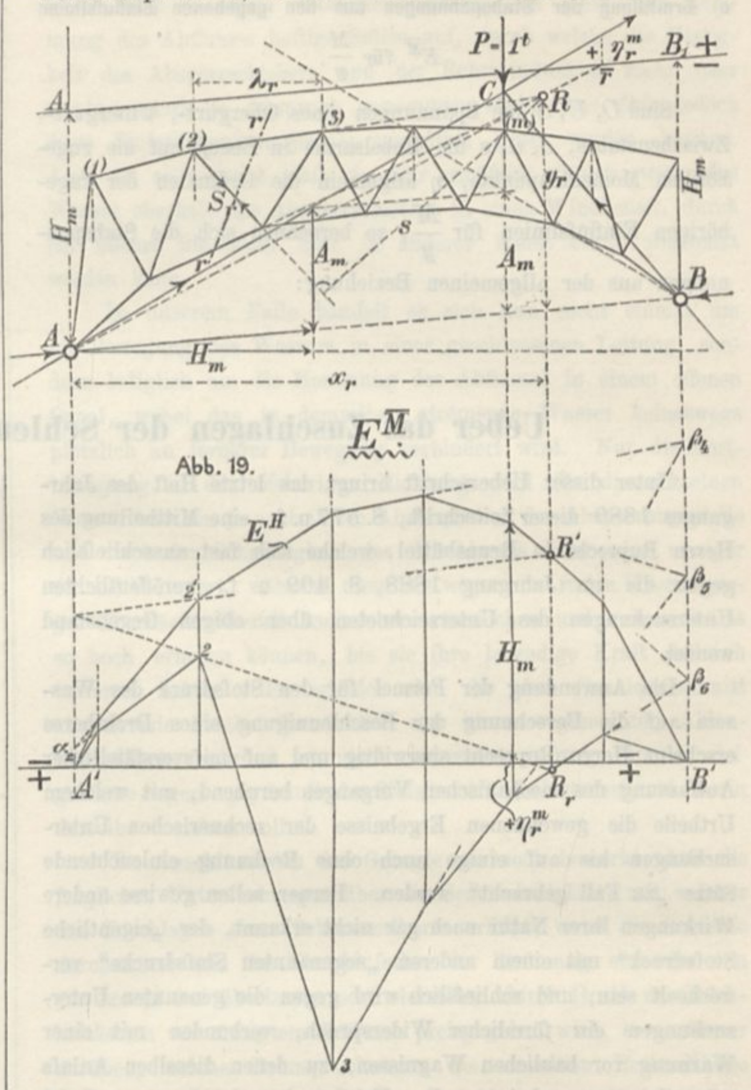
In Abb. 18 sind die entsprechenden Einflufslinien für die Achsenpunkte 2 und $4 = m$ des Bogens ermittelt. (Nimmt



man an deren Stelle die zugehörigen Kernpunkte, so kann man aus den zugehörigen Einflufslinien in bekannter Weise sofort die Spannungen in den äufsersten Punkten des Querschnittes berechnen). Die Einzellast ist über dem mittleren Punkte $m = 4$ angenommen; aus H_m und dem lothrechten Stützendruck $A_m = \frac{P}{2}$ sind die Kraftlinie AC, sowie die zugehörigen Ordinaten η ermittelt und letztere unter $m = 4$ von der Nulllinie aus aufgetragen. Alles Uebrige wird durch die Abbildung erläutert. (Für $E_2^{\overline{M}}$ ist aus dem Endpunkte der Ordinate $-\eta_2$ auch sofort der untere Eckpunkt 2 mit Hülfe der entsprechenden Punkte von E^H durch die affine Beziehung zeichnerisch ermittelt.)

b) Einflufslinien der Werthe $\frac{M}{y} = \overline{M}$ zur Berechnung der Zwischenstäbe.

Denkt man sich zur Berechnung der Spannung S_r eines Zwischenstabes den Träger in dem zugehörigen Fache durch einen Schnitt $r - r$ getrennt, so kommt das Moment M_r aller links vom Schnitt wirkenden Kräfte um den Schnittpunkt R der mit durchschnittenen Gurtstäbe in Betracht, Abb. 19. Wirkt daher eine Last $P_{(m)} = 1^t$ rechts vom Schnitt, und haben x_r, y_r in Bezug auf R dieselbe Bedeutung wie in Bezug auf den früheren Momentenpunkt (r), so bleiben auch die frühere Gleichung 8) und alle daraus für die Einflufslinien der Werthe $\frac{M}{y}$ abgeleiteten Folgerungen bestehen, nur wird die Trennungsstelle der zwei Paare affiner Figuren jetzt nicht durch den Momentenpunkt R, sondern durch die Schnittstelle $r - r$



für den Zwischenstab gebildet. Es gilt sonach hier an Stelle von Satz 6. die entsprechende Beziehung:

6a. Zur Berechnung eines Zwischenstabes S_r ist der $\left\{\begin{matrix}\text{links}\\ \text{rechts}\end{matrix}\right\}$ von der zugehörigen Schnittstelle $r - r$ befindliche Theil der zugehörigen Einflufslinie $E_r^{\overline{M}}$ affin mit dem entsprechenden Theile von E^H und zwar ist die $\left\{\begin{matrix}\text{linke}\\ \text{rechte}\end{matrix}\right\}$ Auflagerlothrechte die zugehörige Affinitätsachse.

Der Zusammenhang zwischen beiden Paaren affiner Figuren geschieht hier durch Vermittlung des Momentenpunktes R, welcher als zu beiden durch den Schnitt getrennten Theilfachwerken gehörig betrachtet werden kann, ähnlich wie im Falle a) der Knotenpunkt (r). Der unter R liegende Punkt R' von E^H ist deshalb der Vermittlungspunkt zwischen den linken und rechten affinen Figuren. Hat man z. B. nach Ermittlung und Auftragen von η_r^m den Theil $B'3$ von $E_r^{\overline{M}}$ mit Hülfe der Punkte β gezeichnet, so findet man den Endpunkt 2 der das Fach λ_r links begrenzenden Ordinate als Schnittpunkt der Geraden $R'2'$ von E^H affinen Geraden $R_r 2$ mit der genannten Ordinate, wodurch dann weiter der linke Theil von $E_r^{\overline{M}}$ durch die Punkte α bestimmt ist.

Weitere Beispiele zu diesem allgemeinen Verfahren zu geben, erscheint überflüssig.

c) **Ermittlung der Stabspannungen aus den gegebenen Einflufslinien** E^M **für** $\frac{M}{y}$.

Sind O, U, S die Spannungen eines Obergurt-, Untergurt-, Zwischenstabes, o, u, s die Hebelsarme in Bezug auf die zugehörigen Momentenpunkte, η allgemein die Ordinaten der zugehörigen Einflufslinien für $\frac{M}{y}$, so berechnen sich die Stabspannungen aus der allgemeinen Beziehung:

Spannungsmoment gleich statisches Moment:

$$Oo = -M \text{ oder } \frac{Oo}{y} = -\frac{M}{y}; \quad O = -\frac{y}{o}\Sigma\frac{M}{y} = -\frac{y}{o}\Sigma P\eta;$$

$$Uu = +M \text{ oder } \frac{Uu}{y} = +\frac{M}{y}; \quad U = +\frac{y}{u}\Sigma\frac{M}{y} = +\frac{y}{u}\Sigma P\eta;$$

$$Ss = \pm M \text{ oder } \frac{Ss}{y} = \pm\frac{M}{y}; \quad S = \pm\frac{y}{s}\Sigma\frac{M}{y} = \pm\frac{y}{s}\Sigma P\eta.$$

In der letzten Gleichung gilt $\left\{\begin{matrix} + \text{ bei linksdrehendem} \\ - \text{ bei rechtsdrehendem} \end{matrix}\right\}$ Spannungsmoment Ss der zum linken Trägertheil gehörig gedachten Zugspannung S in Bezug auf den Momentenpunkt.

Chemnitz, im Frühjahr 1889. Robert Land.

Ueber das Zuschlagen der Schleusenthore im strömenden Wasser.

Unter dieser Ueberschrift bringt das letzte Heft des Jahrganges 1889 dieser Zeitschrift., S. 577 u. f., eine Mittheilung des Herrn Ruprecht in Brunsbüttel, welche sich fast ausschliefslich gegen die im Jahrgang 1888, S. 409 u. f., veröffentlichten Untersuchungen des Unterzeichneten über obigen Gegenstand wendet.

Die Anwendung der Formel für den Stofsdruck des Wassers auf die Berechnung der Beschleunigung eines Drehthores erscheint Herrn Ruprecht sinnwidrig und auf mifsverständlicher Auffassung des mechanischen Vorganges beruhend, mit welchem Urtheile die gewonnenen Ergebnisse der rechnerischen Untersuchungen bis auf einige auch ohne Rechnung einleuchtende Sätze „zu Fall gebracht" werden. Ferner sollen gewisse andere Wirkungen ihrer Natur nach gar nicht erkannt, der „eigentliche Stofsdruck" mit einem anderen „sogenannten Stofsdrucke" verwechselt sein, und schliefslich wird gegen die genannten Untersuchungen ein förmlicher Widerspruch, verbunden mit einer Warnung vor baulichen Wagnissen, zu denen dieselben Anlafs geben könnten, erhoben. Der Kritiker hat dabei seinen Tadel und Widerspruch nicht vollständig begründet, noch die beanstandeten Ergebnisse durch eigene Untersuchungen widerlegt. Da somit den Lesern die zur eigenen Urtheilsbildung ausreichenden Unterlagen nicht unterbreitet worden sind, so mufs der Unterzeichnete zur Verhütung einer einseitigen Beurtheilung seiner früheren Arbeit nothgedrungen das Wort ergreifen.

Der erste Theil meiner Untersuchungen behandelt die Bewegungsgeschwindigkeit eines im strömenden Wasser zuschlagenden Drehthores, und zwar in den Abschnitten 2 und 3 für den Fall, dafs das geschlossene Thor nicht das ganze Durchflufsprofil des Wasserlaufes, sondern nur einen kleinen Bruchtheil desselben absperrt, sodafs zu beiden Seiten sowie über und unter dem Thore noch das Wasser freien Abflufs findet. Aus Abschnitt 5 geht klar hervor, dafs die in den Abschnitten 2 und 3 enthaltenen Untersuchungen nur für den genannten Fall und auch da nur näherungsweise durchgeführt sind, und es ist daselbst ausdrücklich gesagt, dafs in dem für die praktische Anwendung wichtigeren Falle, wenn nämlich durch das Zugehen des Thores ein ganz oder nahezu völliger Abschlufs des Wasserlaufes herbeigeführt wird, andere Erscheinungen auftreten. Indem alsdann die durchfliefsende Wassermenge während des Zugehens des Thores kleiner wird und oberhalb ein Aufstau eintritt, wogegen unterhalb das Wasser tiefer abläuft, vollzieht sich die Drehbewegung des Thores unter so verwickelten Bedingungen, dafs eine streng mathematische Behandlung nicht durchführbar oder doch mindestens sehr schwierig und weitläufig sein würde. Eine unmittelbare Lösung ist deshalb auch von mir nicht versucht worden. Aber in solchen Fällen, wo man nicht unmittelbar zum Ziele gelangen kann, erweist es sich oftmals als sehr nützlich, die Untersuchung unter vereinfachenden Annahmen für verschiedene Grenzfälle zu führen, von welchen freilich keiner den Bedingungen der Aufgabe ganz entspricht, welche indes in ihrer Gesamtheit dazu dienen können, das Feld zu umgrenzen, innerhalb dessen die gesuchte Lösung muthmafslich liegt.

In solcher Absicht wurde die Untersuchung der Drehbewegung des Thores für zwei gedachte Grenzfälle geführt, deren erster bereits vorstehend erwähnt worden ist, während der in Abschnitt 4 behandelte zweite Fall die Bewegung eines anfangs gegen höheren Wasserdruck künstlich in nahezu geschlossener Lage zurückgehaltenen und sodann plötzlich freigelassenen Drehthores betrifft. Ob die gemachte Annahme über die Gröfse der beschleunigenden bezw. verzögernden Kräfte, welche das zuströmende bezw. fortgedrängte Wasser auf die einzelnen Flächentheile des Thores ausübt, unzulässig oder gar sinnwidrig sei, möge dahingestellt bleiben. Die zu Grunde gelegte Formel ist unzweifelhaft verbesserungsbedürftig, sie ist aber vorläufig noch unentbehrlich, weil wir nichts besseres an ihre Stelle zu setzen haben, und sie leistet immerhin bei zahlreichen und verschiedenartigen Anwendungen, wie z. B. bei der Berechnung der Schiffsschrauben, der Wasserräder, des Schiffswiderstandes u. dergl., ziemlich gute Dienste. Es wäre freilich sehr erwünscht, wenn die in Aussicht gestellten weiteren Mittheilungen des Herrn Ruprecht zur Vervollkommnung der zu Gebot stehenden theoretischen Grundlagen beitragen möchten.

Die Ermittlung der Drehbewegung des Thores ist in meinen Untersuchungen übrigens nicht Endzweck, sondern soll vornehmlich dazu dienen, für die Schätzung der Umfangsgeschwindigkeit, welche ein von der Strömung erfafstes Drehthor bis zum Zuschlagen voraussichtlich erreicht oder welche im gegebenen Falle wahrscheinlich nicht überschritten werden kann, einen Anhalt zu bieten. Es kommt daher weniger auf die theoretische Vollkommenheit der Berechnungsweise, als auf die Brauchbarkeit der Ergebnisse an, und diese können auch bei einer nur näherungsweisen Herleitung und nicht einwandfreien Grundlage einen hinreichend grofsen Grad von Zuverlässigkeit und Glaubwürdig-

keit erlangen. Auch dürfte der erstrebte Zweck in einer für die praktische Anwendung, d. i. für die Untersuchung der Stofswirkungen beim Zuschlagen des Thores, hinlänglichen Weise erreicht worden sein. Wenigstens hält der Unterzeichnete die gefundenen Ergebnisse, nach welchen das Thor zwar ziemlich schnell in Bewegung kommt, aber dann seinen Weg mit abnehmender Beschleunigung fortsetzt und einen gewissen Höchstwerth der Umfangsgeschwindigkeit — bei ungehemmtem Zuschlagen etwa den $1^1/_2$ fachen Werth der anfänglichen Strömungsgeschwindigkeit des Wassers — nicht überschreitet, auch nach dem erhobenen Widerspruche weder für widerlegt noch für unwahrscheinlich.

Mit der Ermittlung der wahrscheinlichen Umfangsgeschwindigkeit des Thores ist der erste Hauptheil meiner Untersuchungen erledigt. Der zweite Theil behandelt in den Abschnitten 7 bis 10 die beim Aufschlagen eintretenden Stofswirkungen und inneren Beanspruchungen der einzelnen Constructionstheile. Da die bezüglichen Untersuchungen an und für sich nicht bemängelt worden sind, so ist es nicht nöthig, darauf zurückzukommen, wogegen ein anderer Punkt gar sehr der Erörterung benöthigt. Es betrifft dies die Stofswirkung, welche das durch den Thorverschlufs in seiner Fortbewegung gehemmte Wasser auf das Schleusenthor ausübt. Herr Ruprecht schreibt wörtlich: „Die Stofswirkung, welche aus der Trägheit der viel gröfseren, plötzlich in einen sehr veränderten Bewegungszustand übergeführten Wassermasse entspringt, ist ihrer Natur nach gar nicht erkannt, indem angenommen wird, dafs dieser eigentliche Stofsdruck mit dem sogenannten Stofsdrucke, richtiger Ablenkungsdrucke eines im Beharrungszustande befindlichen unbegrenzten Wasserstromes gleichbedeutend oder doch gleichwerthig sei." Und später findet sich der Satz: „Es ist aber ohne Schwierigkeit zu übersehen, dafs die hydraulischen Druckwirkungen bei weitgehender Abkürzung der Verschlufszeit immer rascher zunehmen und bei stofsweise erfolgendem Verschlusse durch eine unelastische Vorrichtung unendlich grofs werden müfsten."

Was hier ohne Schwierigkeit zu übersehen sein soll, das ist dem Unterzeichneten so wenig einleuchtend, dafs er vielmehr die Unrichtigkeit der Behauptung ohne Schwierigkeit zu erkennen glaubt. Zunächst kann der Stofs eines Körpers von endlicher Masse und Geschwindigkeit niemals unendlich grofse Wirkungen hervorbringen, vielmehr handelt es sich dabei lediglich um die Umwandlung seiner lebendigen Kraft, welche Umwandlung je nach der Beschaffenheit des stofsenden und des gestofsenen Körpers in verschiedenartiger Weise, z. B. durch mechanische äufsere Arbeitsleistung, innere Arbeit der einzelnen Körperbestandtheile, Erregung von Wärme-, Licht- oder Tonschwingungen usw., vor sich geht, wobei indes die Gröfse dieser Wirkungen insgesamt nicht weiter geht, als ihre Ursache, d. i. die vor dem Stofse vorhandene lebendige Kraft hervorzubringen vermag. Anmerkungsweise mögen hier einige einfache Fälle erwähnt werden, in welchen die nach der allgemeinen Regel zu erwartenden Wirkungen wegen Unzulänglichkeit der Ursachen nicht eintreten. So dehnt die Wärme das Eisen aus; wenn jedoch ein Eisenstab zwischen zwei schwer zu verschiebende Körper eingespannt ist, so wird die Erwärmung ihn unter Umständen nicht verlängern, sondern statt dessen in Spannung setzen. Das Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus und sprengt dabei unter Umständen seine Umhüllung; es folgt aber daraus nicht, dafs jede den Hohlraum eines Körpers ganz ausfüllende Wassermenge, wenn sie bis unter den Gefrierpunkt erkaltet, den Körper auseinanderzusprengen vermag; vielmehr wird der letztere unter Umständen unversehrt, sein Hohlraum unvergröfsert und das Wasser alsdann trotz sehr niedrigen Wärmezustandes flüssig bleiben. So treten auch in einem Wasserleitungsrohre bei plötzlicher Hemmung des Abflusses heftige Stöfse auf, durch welche die Festigkeit des Absperrschiebers und der Rohrwandungen mehr oder weniger stark in Anspruch genommen wird, ohne dafs jedoch diese Stofswirkungen jemals unendlich grofs werden können. Auch ist es bekannt, dafs sie sehr ermäfsigt werden, wenn das Wasser oberhalb des Absperrschiebers in einen Windkessel, durch ein offenes Standrohr oder in anderer Weise etwas abgelenkt werden kann.

In unserem Falle handelt es sich nun nicht einmal um die Bewegung des Wassers in einer geschlossenen Leitung, sondern lediglich um die Hemmung des Abflusses in einem offenen Canal, wobei das in demselben strömende Wasser keineswegs plötzlich an fernerer Bewegung verhindert wird. Nur die Fortbewegung in der bisherigen Richtung wird für die einzelnen Wassertheilchen je nach ihrem Abstande von der Absperrungsstelle und nach der Schnelligkeit des Abschlusses mehr oder weniger schnell behindert, während dieselben wegen der freien Wasserspiegel-Oberfläche überall nach oben ausweichen und sich aufwärts so hoch erheben können, bis sie ihre lebendige Kraft dadurch verloren haben. Es erleidet also die den Canalquerschnitt absperrende Fläche thatsächlich nur einen sogenannten Ablenkungsdruck, während ich nicht einzusehen vermag, wo der viel gröfsere sogen. „hydraulische Stofsdruck" herkommen und worin derselbe bestehen soll.

Im Anschlusse an das Gesagte sei noch bemerkt, dafs die fraglichen Untersuchungen über die Geschwindigkeit, mit welcher das Zuschlagen eines Schleusenthores erfolgt, wenn die Schleuse durchströmt und ihr Verschlufsthor der Strömung entweder von vornherein frei überlassen oder derselben durch Bruch der Rückhaltketten vor erfolgtem Schlusse preisgegeben wird, sowie ferner darüber, welche Beanspruchungen die einzelnen Bestandtheile des Thores bei solchem Zuschlagen erleiden, namentlich bei dem Bau grofser Seecanäle von erheblicher Wichtigkeit sind. Es wäre deshalb sehr zu wünschen, dafs weitere Kreise diesen Fragen ihre Aufmerksamkeit zuwenden möchten, damit durch vielseitige und unbefangene wissenschaftliche Arbeit mehr Klarheit auf einem noch wenig behandelten Gebiete der technischen Wissenschaften gewonnen werde.

Potsdam, im November 1889. G. Tolkmitt.

Die vorstehenden Bemerkungen haben wir mit Genehmigung des Herrn Verfassers an den Herrn Regierungs-Baumeister Ruprecht übersandt, welcher dazu folgendes erwidert hat:

1. Meine Erörterungen im letzten Hefte dieser Zeitschrift habe ich lediglich an den von Herrn Tolkmitt durch die Ueberschrift seines Aufsatzes hervorgehobenen Fall geknüpft, in dem es sich um die Bewegung von Schleusenthoren handelt, also das Ganze oder doch ein überwiegender Theil des Stromquerschnittes beim Schlusse der Thore gesperrt wird. Dafs die Formel für den Stofsdruck in jenem Aufsatze auf diesen Fall in einer weder durch die Art ihrer Ableitung noch durch ihren bisherigen Gebrauch gerechtfertigten Weise angewendet ist, wird von Herrn T. nicht bestritten; ebensowenig ist aber der hier-

nach wohl mit Recht zu erwartende Nachweis angetreten, dafs aus theoretischen Gründen oder nach Versuchsergebnissen dennoch eine genügende Uebereinstimmung der von ihm entwickelten mathematischen Beziehungen mit der Wirklichkeit angenommen werden darf.

Dafs die Umfangsgeschwindigkeit eines im strömenden Wasser zuschlagenden Schleusenthores nicht sehr weit über die anfängliche Stromgeschwindigkeit hinausgehen kann, bis der Druck des Oberwassers durch den an längerem Hebelarme angreifenden Widerstand des Unterwassers ausgeglichen und so eine weitere Beschleunigung der Bewegung verhindert wird, gehört eben zu den Ergebnissen, von denen ich andeutete, dafs sie auch ohne eine ins einzelne gehende Rechnung einleuchtend seien. Wenn Herr Tolkmitt jetzt sich ausdrücklich auf die Vertheidigung dieses Satzes beschränkt hat, so darf ich darin wohl eine thatsächliche Rechtfertigung dafür sehen, dafs ich die Aufmerksamkeit der Leser dieses Blattes für meine Einwendungen in Anspruch genommen habe.

2. Der Beweis, dafs der Stofsdruck des Wassers auf einen mit dem Strome sich bewegenden und dann plötzlich durch einen Anschlag festgehaltenen starren Verschlufskörper nicht von endlicher Gröfse sein kann, läfst sich folgendermafsen erbringen:

Von der durch eine starre Fläche AB, Abb. 1, plötzlich in ihrer freien Fortbewegung gehemmten Wassermasse eines Stromes werde nur der bis zur Entfernung a oberhalb der Sperre befindliche Theil und dessen Einwirkung auf die Verschlufsfläche in Betracht gezogen. Soll der durch die Aenderung der Stromgeschwindigkeit erzeugte Druck auf das Thor endliche Gröfse haben, so mufs die secundliche Verzögerung für alle in endlicher Entfernung von denselben befindlichen Wassertheilchen eine endliche sein. In der Zeit dt nach dem Stofse legt demnach die Begrenzungsfläche CD der Wassermasse noch den Weg

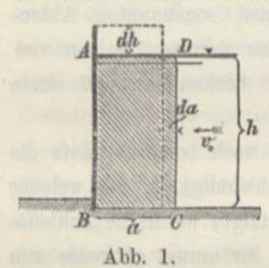


Abb. 1.

$$da = v_0 dt \qquad (1)$$

zurück. Die seitliche Zusammendrückung bedingt eine Hebung des Wasserspiegels und des Schwerpunktes der Masse. Das der Raumbeständigkeit des Wassers entsprechende Mafs dieser Steigung giebt die Gleichung

$$a \cdot dh = h \cdot da \qquad (2)$$

Der Massenschwerpunkt wird hierbei um $\frac{dh}{2}$ gehoben, seine Geschwindigkeit beträgt also nach (1) und (2):

$$\frac{dh}{2dt} = \frac{h \cdot \frac{da}{a}}{2 \cdot \frac{da}{v_0}} = \frac{v_0}{2} \cdot \frac{h}{a} \qquad (3)$$

$\frac{v_0}{2} \cdot \frac{h}{a}$ ist ine endliche Geschwindigkeit. Um der endlichen Wassermasse in der unendlich kurzen Zeit dt eine solche zu ertheilen, mufs aber auf der Stromsohle ein unendlich grofser Druck herrschen. Für jede höher liegende untere Begrenzungsebene des Wasserkörpers läfst sich der gleiche Nachweis führen, und da diese Drücke sich auch seitlich in gleicher Gröfse auf das Thor übertragen, so ist der beabsichtigte Beweis für alle Theile der Thorfläche geführt. Die der Gleichung (1) zu Grunde liegende Voraussetzung endlicher Verzögerungen in wagerechter Richtung wird hiermit ebenfalls hinfällig, auch hier wird die Geschwindigkeit im Augenblicke des Stofses um ein endliches Mafs verändert werden; das obige Endergebnifs bleibt davon unberührt.

In nur unwesentlich abweichender Form läfst sich der gleiche Beweis auch für Thore mit Schützen und für den Fall nachweisen, dafs die Begrenzungen des Wasserkörpers bei seiner Formänderung nicht eben bleiben. In letzterem Falle sind für dh und da Mittelwerthe einzuführen.

Eine strenge Verwirklichung des eben betrachteten mathematischen Grenzfalles ist natürlich nicht möglich. Wie sich aber die Druckverhältnisse gestalten, wenn eine gewisse Nachgiebigkeit der Sperre vorhanden ist, mag noch durch folgendes Zahlenbeispiel belegt werden:

Angenommen das in Abb. 2 angedeutete Sperrthor könne nach dem Schlusse dem Wasserdrucke noch um $e = 2$ cm nachgeben und leiste dabei einen gleichmäfsigen Widerstand, durch den die Schwerpunkts-Geschwindigkeit des Wasserkörpers ah von $v_0 = 1{,}0$ m auf $v_1 = 0{,}10$ m verzögert wird, so beträgt dieser Gegendruck des Thores:

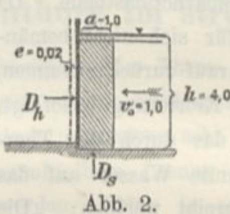


Abb. 2.

$$D = \frac{\gamma}{g} \cdot ah \frac{v_0^2 - v_1^2}{2e} = \frac{1{,}0}{9{,}81} \cdot 1{,}0 \cdot 4{,}0 \cdot \frac{0{,}99}{0{,}04} = 10{,}1 \text{ t}$$

auf 4 qm Thorfläche, und die zur Zurücklegung des Weges von 2 cm mit der von 1,0 m auf 0 gleichmäfsig abnehmenden Geschwindigkeit des Thores[1]) erforderliche Zeit ist

$$t = \frac{2 \cdot 0{,}02}{1{,}0} = 0{,}04 \text{ Secunden.}$$

Beim Stillstande des Thores bewegt sich der Schwerpunkt der Wassermasse noch mit $v_1 = 0{,}1$ m, ihre rechtsseitige Begrenzungsfläche also mit $2v_1 = 0{,}2$ m mittlerer Geschwindigkeit nach links; die Oberfläche mufs infolge dessen sich mit einer mittleren Geschwindigkeit von

$$\frac{h}{a} \cdot 2v_1 = \frac{4{,}0}{1{,}0} \cdot 0{,}20 = 0{,}8 \text{ m}$$

heben. Die senkrechte Geschwindigkeit des Schwerpunktes beträgt dann $v_s = \frac{0{,}8}{2} = 0{,}4$ m, und da dieselbe während der Zeit $t = 0{,}04''$ durch eine (abgesehen von der geringen Veränderung des Verhältnisses $\frac{h}{a}$) gleichmäfsige Beschleunigung erlangt ist, mufs während dessen auf der Unterseite des Wasserkörpers ein Druck

$$D_s = \frac{v_s}{t} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot ah = \frac{0{,}4}{0{,}04} \cdot \frac{1{,}0}{9{,}81} \cdot 4{,}0 = 4{,}1 \text{ Tonnen}$$

auf 1 qm geherrscht haben, der in gleicher Stärke sich auch auf den unteren Rand des Thores überträgt. Bis zum Wasserspiegel hin mufs dann die Wasserpressung allmählich bis auf Null herabsinken.

Die Geschwindigkeit v_1 allein ist in diesem Beispiele frei gewählt; da aber, wie leicht zu übersehen, durch jede Aenderung von v_2 immer der eine der beiden Werthe D_h und D_s erhöht wird, so ist erwiesen, dafs schon allein durch den schmalen

1) Der Einfachheit wegen ist die Trägheit des Thores, die den Wasserdruck noch verstärken würde, aufser acht gelassen.

hier in Betracht gezogenen Wasserkörper trotz der Nachgiebigkeit des Thoranschlages bedeutende Pressungen entstehen, und es mag hiernach beurtheilt werden, ob es sachlich gerechtfertigt war, die Annahmen des Herrn T. über die Gröfse des Wasserstofses als auf unrichtiger Auffassung beruhend, und die Ausführung von Sperrthoren auf Grund dieser Annahmen als bauliches Wagnifs zu bezeichnen. Ruprecht.

Hiermit müssen wir die weitere Erörterung an dieser Stelle für geschlossen erklären. Die Red.

Verzeichnifs der im preufsischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 1. December 1889.)

I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land- und Wasser-Bauwesens.

A. Bei Central-Behörden.

Beim Ministerium.

Hr. Schneider, Excellenz, Wirklicher Geheimer Rath, Ministerial-Director der technischen Abtheilung für die Staats-Eisenbahnen.

a) Vortragende Räthe.

Hr. Wiebe, Ober-Baudirector.
- — desgl.
- Siegert, Geheimer Ober-Baurath.
- Schwedler, desgl.
- Baensch, desgl.
- Dieckhoff, desgl.
- Oberbeck, desgl.
- Hagen, desgl.
- Grüttefien, desgl.
- Adler, desgl.
- Küll, desgl.
- Schröder, desgl.
- Kozlowski, desgl.
- Stambke, desgl.
- Endell, desgl.
- Nath, desgl.
- Jungnickel, Geheimer Baurath.
- Dresel, desgl.
- Lange, desgl.
- Tolle, desgl.
- Lorenz, desgl.

Hr. Wichert, Geheimer Baurath.
- Keller, desgl. Hülfsarbeiter.
- Sarrazin, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Eggert, desgl. desgl.

b) Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. Ehlert, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus.
- Huntemüller, desgl.
- May, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fritze, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Thelen, desgl.
- Hauer, desgl.

c) Im technischen Bureau der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. Hinkeldeyn, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus.
- Thiele, Baurath.
- Hofsfeld, Land-Bauinspector.
- Küster, desgl.
- L. Böttger I., desgl.
- P. Böttger II., desgl.
- Wiethoff, desgl.
- Thür, desgl.
- Kieschke, desgl.

B. Bei dem Eisenbahn-Commissariat in Berlin.

Hr. Bensen, Geheimer Ober-Regierungsrath.

Hr. Koschel, Regierungs- und Baurath.

C. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Eisenbahn-Direction in Berlin.

Hr. Wex, Präsident.
- Krancke, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Grapow, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Rock, desgl. desgl.
- Hasse, desgl. desgl.
- Taeger, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Werchan, Eisenbahn-Director, desgl.
- Diefenbach, desgl. desgl.
- Haafsengier, Regierungs- und Baurath.
- Koch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kuntze, Eisenbahn-Bauinspector.
- Piernay, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Köhne, desgl.
- Schrey, Eisenbahn-Bauinspector.
- Lamfried, Eisenbahn-Maschineninspector in Halensee.
- Palmié, desgl. in Frankfurt a/O.
- Garbe, desgl. in Berlin.

Hr. Liedel, Eisenbahn-Maschineninspector in Breslau.
- Wolf, desgl. in Greifswald.
- Wagner, desgl. in Lauban.
- Kirsten, desgl. in Stargard.
- Haas, Eisenbahn-Bauinspector in Guben.
- Ahrendts, desgl. in Eberswalde.
- Seidl, Eisenbahn-Maschineninspector in Breslau.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Sommerfeld).

Hr. von Schütz, Regierungs- und Baurath.
- Nowack, desgl.
- Weiss, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Roth, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Frankfurt a/O.
- Wambsganfs, desgl. desgl.

Betriebsamt Berlin (Stadt- u. Ringbahn).

Hr. Büttner, Regierungs- und Baurath.
- Housselle, desgl.
- Schwartz, desgl.

Hr. Courtois, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Grapow, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Suadicani, desgl.

Betriebsamt Stralsund.

Hr. Klose, Regierungs- und Baurath.
- Loycke, desgl.
- Goos, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Goetze, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schüler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fischer, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Sommerfeld).

Hr. Schulze, Regierungs- und Baurath.
- Cramer, Baurath.
- Vogel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- König, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kieckhoefer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Liegnitz.
- Schubert, desgl. in Sorau.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Halbstadt).

Hr. Kirsten, Regierungs- und Baurath.
- Rebentisch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector.
- Sartig, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Liegnitz.

Betriebsamt Görlitz.

Hr. Garcke, Regierungs- und Baurath.
- Wollanke, desgl.
- Suck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Gantzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bothe, desgl. in Waldenburg.
- Urban, desgl. in Hirschberg.

Betriebsamt Stettin (Berlin-Stettin).

Hr. Blanck, Regierungs- und Baurath.
- Jacobi, Baurath.
- Stösger, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Heinrich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wiegand, desgl. in Freienwalde.
- Bathmann, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Stettin (Stettin-Stralsund).

Hr. Lademann, Regierungs- und Baurath.
- Wolff (Leopold), desgl.
- Lüken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rosenkranz, Eisenbahn-Bauinspector.
- von Boguslawski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Lorentz, Baurath in Greifswald.

Betriebsamt Cottbus.

Hr. ~~Wagemann~~, Regierungs- und Baurath.
- Sprenger, desgl.
- Gier, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bernhard, desgl.
- Hossenfelder, Eisenbahn-Bauinspector.
- Rieken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Berlin.

Betriebsamt Guben.

Hr. Dulk, Regierungs- und Baurath.
- Klemann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Bansen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Züllichau.
- Plate, desgl. in Schwiebus.
- Brill, desgl. in Meseritz.

2. Eisenbahn-Direction in Bromberg.

Hr. Schmeitzer, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Suche, Geheimer Regierungsrath, desgl. (auftrw.)
- Baumert, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Ramm, Eisenbahn-Director, desgl.
- Reuter, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Bachmann, desgl. desgl.
- Schultz, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Paul, desgl. desgl. (auftragsw.)
- Führ, Eisenbahn-Director desgl.
- Schnebel, Regierungs- und Baurath.
- Rohrmann, desgl.
- Doepke, desgl.
- Niemann, Baurath.
- Holzheuer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Mertz, desgl.
- Mehrtens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Storbeck, desgl.
- Klövekorn, Eisenbahn-Maschineninspector in Bromberg.
- Bellach, desgl. in Königsberg.
- Rustemeyer, desgl. in Berlin.
- Mackensen (Ernst), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Dirschau.
- Pfützenreuter, Eisenbahn-Bauinspector in Ponarth.
- Matthes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Marienburg.
- Richter, Eisenbahn-Bauinspector in Bromberg.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Kricheldorff, Regierungs- und Baurath.
- Dr. zur Nieden, desgl.
- Müller (Karl), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hoffmann (Emil), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Stuertz, Baurath in Landsberg.
- Sommerfeldt, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Cüstrin.

Betriebsamt Bromberg.

Hr. Blumberg, Regierungs- und Baurath.
- Siehr, desgl.
- Franck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Gette, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Graudenz.

Betriebsamt Danzig.

Hr. Wolff (Adolf), Regierungs- und Baurath.
- Darup, desgl.
- Stephan, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Multhaupt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- ~~Braune~~, Baurath in Elbing.
- Schürmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebinspector in Dirschau.
- Winter, desgl. in Elbing.

Betriebsamt Königsberg.

Hr. Grofsmann, Regierungs- und Baurath.
- Sperl, desgl.
- Massalsky, Baurath.
- Buchholtz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Merseburger, Eisenbahn-Bauinspector.
- Lincke, Baurath in Tilsit.
- Dunaj, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Lyck.

Betriebsamt Thorn.

Hr. Monscheuer, Regierungs- und Baurath.
- Beil, Baurath.
- Bockshammer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Boie, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Simon, desgl.
- Boysen, desgl. in Graudenz.
- Francke desgl. in Osterode.

Betriebsamt Schneidemühl.

Hr. Vieregge, Regierungs- und Baurath.
- Vofsköhler, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Danziger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Weise, desgl.
- Buchholz, desgl. in Konitz.

Betriebsamt Stettin.

Hr. Mohr (Georg), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Stahl, desgl.

Hr. Stiebler, Eisenbahn-Maschineninspector in Stolp.
- Ritter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst.
- Fuchs, desgl. in Stargard.
- Bräuning, desgl. in Cöslin.

Betriebsamt Stolp.

Hr. Nahrath, Regierungs- und Baurath.
- Brennhausen, Baurath.
- Stempel, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Löhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Neustettin.
- Auffermann, desgl. daselbst.

Betriebsamt Allenstein.

Hr. Reps, Regierungs- und Baurath.
- Paffen, desgl.
- Röhner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Scheibke, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Evmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Tacke, desgl. in Insterburg.

Betriebsamt Posen.

Hr. Fischer, Regierungs- und Baurath.
- Frankenfeld, desgl.
- Oertel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Krüger, Eisenbahn-Bauinspector.
- Prins, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Inowrazlaw.

3. Eisenbahn-Direction in Hannover.

Hr. Durlach, Ober-Bau- u. Geheimer Regierungsrath, Abth.-Dirigent.
- Rampoldt, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Steegmann, desgl. desgl.
- Uhlenhuth, Eisenbahn-Director, desgl.
- von Rutkowski, Regierungs- und Baurath desgl.
- Leuchtenberg, desgl.
- Becker, Eisenbahn-Maschineninspector.
- du Plat, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schwering, desgl.
- von Borries, Eisenbahn-Bauinspector.
- Bergmann, Land-Bauinspector.
- Dieckhaut, Eisenbahn-Maschineninspector in Cassel.
- Thiele, desgl. in Leinhausen.
- Schneemann, desgl. daselbst.
- Trapp, desgl. in Göttingen.
- Müller (Wilh.), desgl. in Paderborn.
- Castell, desgl. in Minden.
- Maifs, Eisenbahn-Bauinspector in Leinhausen.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Rheine).

Hr. Maret, Regierungs- und Baurath.
- Köster, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Herzog, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bremer, desgl.
- Fuhrberg (Konrad), desgl.
- Schmiedt, Baurath in Minden.
- Arndt, desgl. in Osnabrück.
- Wollanke, desgl. in Hamm.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Altenbeken).

Hr. Beckmann, Geheimer Baurath.
- Göring, Regierungs- und Baurath.
- Michaelis, Baurath.
- Schellenberg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Hameln.

Betriebsamt Paderborn.

Hr. Zillessen, Regierungs- und Baurath.
- Koch, desgl.
- George, Baurath.
- Tilly, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sarrazin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Zisseler, desgl. in Northeim.

Betriebsamt Harburg.

Hr. Melchiors, Regierungs- und Baurath.
- Richter, desgl.
- Sauerwein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Müller (Johannes), desgl. in Uelzen.

Betriebsamt Cassel (Hannover-Cassel).

Hr. Wilde, Regierungs- und Baurath.
- Gabriel, Baurath.
- Reusing, desgl.
- Vockrodt, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fischer, Baurath in Hildesheim.

Betriebsamt Cassel (Main-Weser-Bahn).

Hr. ~~Uthemann~~, Regierungs- und Baurath.
- Beckmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Fenkner, desgl.
- Herrmann, Eisenbahn-Bauinspector.
- Heyl, Baurath in Frankfurt a/M.
- Schwamborn, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Marburg.

Betriebsamt Bremen.

Hr. Scheuch, Baurath.
- Becker, desgl.
- Bischof, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wiesner, desgl.
- Dege, Eisenbahn-Maschineninspector.

4. Eisenbahn-Direction in Frankfurt a/M.

Hr. Vogel, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
- Böttcher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Porsch, desgl. desgl.
- Schmidt, Eisenbahn-Director, desgl.
- Hottenrott, Regierungs- und Baurath.
- Velde, Baurath.
- König (Josef), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Oestreich, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Heis, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Riese, desgl.
- Frantz, desgl.
- Jung, Eisenbahn-Maschineninspector in Limburg.
- Olfenius, desgl. in Halle a/S.
- Domschke, Eisenbahn-Bauinspector in Fulda.

Betriebsamt Frankfurt a/M.

Hr. Knoche, Regierungs- und Baurath.
- Schmidt, desgl.
- Schmitz, Baurath.
- Wolff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Siegel, Eisenbahn-Bauinspector.
- Cordes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Fulda.
- Seliger, desgl. in Göttingen.
- Coulmann, desgl. in Hanau.

Betriebsamt Nordhausen.

Hr. Abraham, Regierungs- und Baurath.
- Ballauff, desgl.
- Naud, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Gudden, Baurath
- Franke (Ernst), desgl.
- Baehrecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Uhlenhuth, Eisenbahn-Bauinspector.
- König (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Eschwege.

Betriebsamt Wiesbaden.

Hr. Hilf, Geheimer Regierungsrath.
- Wagner, Baurath.
- Neuschäfer, Ober-Maschinenmeister.
- Alken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Thomsen, desgl.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Stock, Regierungs- und Baurath.
- Lutterbeck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Mackenthun, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Böttcher, desgl.
- Schmidt (Hermann), Baurath in Hettstedt.

5. Eisenbahn-Direction in Magdeburg.

Hr. Quassowski, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Präsident (auftragsw.)
- Spielhagen, desgl. Abtheilungs-Dirigent.
- Schubert, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Büte, Eisenbahn-Director, desgl.
- Skalweit, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Hassenkamp, desgl. desgl.
- Neumann, desgl. desgl. (auftrw.)
- Neitzke, desgl.
- Erdmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Farwick, desgl.
- Crüger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Albert, desgl.
- Albrecht, desgl.
- Brünjes, Eisenbahn-Maschineninspector in Stendal.
- Thomas, desgl. in Buckau.
- Schumacher, desgl. in Potsdam.
- Vocke, desgl. in Berlin.
- Harsleben, desgl. in Braunschweig.
- Rimrott, Eisenbahn-Bauinspector in Halberstadt.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Lehrte).

Hr. Giese, Regierungs- und Baurath.
- Masberg, desgl.
- Rohbein, Baurath.
- Schmedes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Falke, Eisenbahn-Bauinspector.
- Neuenfeldt, Baurath in Stendal.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Magdeburg).

Hr. Naumann, Regierungs- und Baurath.
- Schneider (Arthur), desgl.
- Meyer (August), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Richard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Boedecker, desgl.
- Schucht, Baurath in Brandenburg.
- Panten, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Potsdam.

Betriebsamt Magdeburg (Wittenberge-Leipzig).

Hr. Tobien, Regierungs- und Baurath.
- Mentzel, desgl.
- Kern, Baurath.
- Bode, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Müller (Arthur), desgl.
- Mackensen (Wilh.), desgl.
- Wilhelm, Eisenbahn-Bauinspector.
- Nitschmann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Halle a/S.
- Peltz, Land-Bauinspector daselbst.
- Königer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst.

Betriebsamt Magdeburg (Magdeburg-Halberstadt).

Hr. Seick, Regierungs- und Baurath.
- Schwedler (Friedrich), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schlemm, desgl.
- Schmidt (Friedrich Karl), desgl.
- Herr, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Halberstadt.

Hr. Theune, Regierungs- und Baurath.
- Oelert, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Vollrath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schunck, desgl.
- Henning, desgl.

Betriebsamt Braunschweig.

Hr. Sternke, Regierungs- und Baurath.
- Menadier, Baurath.
- Fuldner, desgl.
- Steigertahl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector
- Frederking, desgl.
- Kelbe, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Peters, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Seesen.

6. Eisenbahn-Direction in Köln (linksrheinisch).

Hr. Lohse, Ober-Bau- u. Geh. Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Dircksen, desgl. desgl.
- Rüppell, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- von Gabain, desgl. desgl.
- Schaper, desgl. desgl. (auftragsw.)
- Siegert, Eisenbahn-Director, desgl.
- Woytt, desgl. desgl.
- Gehlen, Regierungs- und Baurath.
- Semler, desgl.
- Jaehns, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kohn, desgl.
- Fein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Bassel, desgl.
- Rohde, Eisenbahn-Maschineninspector in Crefeld.
- Schlesinger, desgl. in Nippes.
- Wenig (Karl), desgl. in Saarbrücken.
- Kirchhoff, Eisenbahn-Bauinspector in Nippes.
- Becker, desgl. daselbst.

Betriebsamt Trier.

Hr. Totz, Regierungs- und Baurath.
- Schäfer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Müller (Eduard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Blum, desgl.
- Hacke, desgl.

Betriebsamt Coblenz.

Hr. Altenloh, Regierungs- und Baurath.
- Viereck, Baurath.
- Heimann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Busse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Lottmann, desgl. in Bonn.

Betriebsamt Köln.

Hr. Taeglichsbeck, Regierungs- und Baurath.
- Braun, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Wessel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rennen, desgl.
- Westphal, Baurath in Euskirchen.

Betriebsamt Crefeld.

Hr. Hentsch, Regierungs- und Baurath.
- v. d. Sandt, desgl.
- Reusch, Baurath.
- Kunz, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hagen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Cleve.

Betriebsamt Saarbrücken.

Hr. Eilert, Regierungs- und Baurath.
- Usener, desgl.
- Könen, desgl.
- Hirsch, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Daub, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Aachen.

Hr. Sebaldt, Regierungs- und Baurath.
- Hahn, desgl.
- Rücker, Eisenbahn-Director.
- Eversheim, Baurath.
- Losehand, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmidt (Alwin Herm.), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Malmedy.

7. Eisenbahn-Direction in Köln (rechtsrheinisch).

Hr. Jaedicke, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Rumschoettel, Regierungs- u. Baurath, Mitglied der Direction.
- Girscher, Eisenbahn-Director, desgl.
- Spoerer, desgl. desgl.
- Schilling, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Bessert-Nettelbeck, desgl. desgl.
- Kottenhoff, desgl. desgl.
- Meifsner, desgl.
- Kluge, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Esser, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmitz (Gustav), desgl.
- Schulte, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Pohlmeyer, Eisenbahn-Director in Dortmund.
- Sürth, Baurath daselbst.
- Boecker, Eisenbahn-Maschineninspector in Oberhausen.
- Monjé, desgl. in Speldorf.
- Hummell, desgl. in Lingen.
- Claasen, desgl. in Osnabrück.
- Ingenohl, desgl. in Deutz.
- Schiffers, desgl. in Deutzerfeld.
- Bobertag, Eisenbahn-Bauinspector in Dortmund.

Betriebsamt Münster (Münster-Emden).

Hr. Buchholtz, Geheimer Regierungsrath.
- Haarbeck, Regierungs- und Baurath.
- Arndts, Baurath.
- Böhme, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Wilhelmi, Eisenbahn-Bauinspector.
- Herold, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Norden.
- von der Ohe, desgl. in Emden.

Betriebsamt Münster (Wanne-Bremen).

Hr. van den Bergh, Regierungs- und Baurath.
- Lueder, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- von Flotow, desgl.
- Friedrichsen, desgl.
- Liepe, Eisenbahn-Bauinspector.
- Hoebel, Baurath in Osnabrück.

Betriebsamt Dortmund.

Hr. Schulenburg, Regierungs- und Baurath.
- Janssen, desgl.
- Attern, gen. Othegraven, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hanke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Ulrich, desgl.

Betriebsamt Essen.

Hr. Grünhagen, Regierungs- und Baurath.
- Pilger, desgl.
- Bönisch, Baurath.
- Goldkuhle, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rettberg, desgl.
- Freye, desgl.
- Walter, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Düsseldorf.

Hr. Browitt, Regierungs- und Baurath.
- Schmitz (Karl), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Staggemeyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Berger, desgl.
- Dorner, desgl.
- Meisel, desgl. in Wesel.

Betriebsamt Wesel.

Hr. von Geldern, Regierungs- und Baurath.
- Fank, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmoll, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schmidt (Rudolf), Baurath in Burgsteinfurt.

Betriebsamt Köln.

Hr. Behrend, Geheimer Baurath.
- Hellwig, Regierungs- und Baurath.
- Reichmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Werres, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Stölting, desgl.
- Dr. von Ritgen, desgl. in Wetzlar.

Betriebsamt Neuwied.

Hr. Menne, Geheimer Regierungsrath.
- Lange, Regierungs- und Baurath.
- Hövel, desgl.
- Richter, Baurath.
- Kohler, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fliegelskamp, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Limburg.

8. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

Hr. Brandhoff, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Mechelen, Geheimer Baurath, Mitglied der Direction.
- Lex, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Finckbein, Eisenbahn-Director, desgl.
- Delmes, Regierungs- und Baurath. desgl. (auftragsw.)
- Meyer (Robert), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Clausnitzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Hesse (August), desgl.
- Nöh, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Rumschöttel, Baurath (beurlaubt).
- Wittmann, Eisenbahn-Maschineninspector in Witten.
- Müller (Gustav), desgl. daselbst.
- Köhler, desgl. daselbst.
- Eichacker, desgl. in Siegen.
- Rofskothen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinsp. in Düsseldorf.
- Stoeckel, Eisenbahn-Maschineninspector in Langenberg.
- Schachert, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Barmen.
- Mayr, Eisenbahn-Bauinspector in Elberfeld.
- Mohr (Julius), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Warburg.
- Stündeck, desgl. in Elberfeld.

Betriebsamt Düsseldorf.

Hr. Ruland, Regierungs- und Baurath.
- Siewert, desgl.
- Keller, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Brökelmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Goepel, desgl.
- von den Bercken, desgl. in Lennep.

Betriebsamt Essen.

Hr. Janssen, Regierungs- und Baurath.
- Berendt, Baurath.
- Awater, desgl.
- Kuhlmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Sprengell, desgl.
- Nohturfft, desgl.
- Schmedding, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Cassel.

Hr. Zickler, Regierungs- und Baurath.
- Eibach, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kiene, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Ehrenberg, desgl. in Arnsberg.
- Sauer, desgl. in Warburg.

Betriebsamt Altena.

Hr. Otto, Regierungs- und Baurath.
- Rump, desgl.
- Werner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Philippi, desgl. in Siegen.

Betriebsamt Hagen.

Hr. Schmidts, Regierungs- und Baurath.
- Bartels, Baurath.
- Berthold, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Klimberg, desgl.
- Schmidt, Eisenbahn-Bauinspector.

9. Eisenbahn-Direction in Erfurt.

Hr. Früh, Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent (auftrw.)
- Messow, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Wiedenfeld, desgl. desgl.
- Lochner, Eisenbahn-Director, desgl.
- Dato, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Sattig, desgl. desgl.
- Diedrich, Eisenbahn-Director, desgl.
- Schreinert Regierungs- und Baurath.
- Meyer (James), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kistenmacher, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Kiepenheuer, desgl.
- Bork, Eisenbahn-Maschineninspector in Tempelhof.
- Schröter, desgl. in Cottbus.
- Meyen, desgl. in Erfurt.
- Schwahn, desgl. in Gotha.

Betriebsamt Cassel.

Hr. Hinüber, Regierungs- und Baurath.
- Allmenröder, desgl.
- Urban, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hinrichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Caspar, desgl. in Gotha.

Betriebsamt Erfurt.

Hr. Schwarzenberg, Regierungs- und Baurath.
- Claudius, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Geitel, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schwedler (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Höft, desgl. in Arnstadt.

Betriebsamt Weifsenfels.

Hr. Lütteken, Regierungs- und Baurath.
- Wenderoth, Baurath.
- Brettmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Bens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Zinkeisen, desgl. in Leipzig.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Magnus, Baurath.
- Callam, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kolle, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Clemens, Baurath in Wittenberg.
- Gestewitz, desgl. in Leipzig.

Betriebsamt Dessau.

Hr. Murray, Regierungs- und Baurath.
- Bollmann, Baurath.
- Wenig (Robert), Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hesse (Robert), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Meyer, desgl.
- Horwicz, desgl. in Hoyerswerda.

Betriebsamt Halle a/S.

Hr. Kessel, Regierungs- und Baurath.
- Zeyfs, desgl.
- Blumenthal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Borchart, Eisenbahn-Bauinspector.

10. Eisenbahn-Direction in Breslau.

Hr. Tellkampf, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Grimmer, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
- Illing, Geheimer Baurath, desgl.

Hr. Schmitt, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- Bender, desgl. desgl.
- Jordan, desgl. desgl.
- Fischer, Eisenbahn-Director, desgl.
- Mohn, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Buddenberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Doulin, desgl.
- Bindemann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hirsekorn, Eisenbahn-Director in Breslau.
- Schiwon, Eisenbahn-Maschineninspector, daselbst.
- Traeder, desgl. daselbst.
- Hessenmüller, desgl. daselbst.
- Lehmann, Eisenbahn-Bauinspector in Posen.

Betriebsamt Breslau (Brieg-Lissa).

Hr. Grofse, Regierungs- und Baurath.
- Eberle, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kühnert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Altstaedt, desgl.
- Peters, desgl.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Tarnowitz).

Hr. Wernich, Regierungs- und Baurath.
- Sellin, Baurath.
- Stratemeyer, desgl.
- Brüggemann, Eisenbahn-Bauinspector.
- Fuhrberg (Wilhelm), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Tarnowitz.

Betriebsamt Glogau.

Hr. Gutmann, Regierungs- und Baurath.
- Beyer, Baurath.
- Klopsch, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Seidel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Reimer, Baurath in Stettin.

Betriebsamt Oppeln.

Hr. Bauer, Regierungs- und Baurath.
- Lobach, desgl.
- Neumann, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Lissa.

Hr. Pauly, Regierungs- und Baurath.
- Büscher, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Feyerabendt, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Kattowitz.

Hr. Knebel, Regierungs- und Baurath.
- Brauer, desgl.
- Kolszewski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Brosius, Eisenbahn-Maschineninspctor.
- Günther, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Gottstein, desgl. in Beuthen O/S.

Betriebsamt Ratibor.

Hr. Schröder, Regierungs- und Baurath.
- Reck, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hoffmann (Alexander), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
- von Beyer, desgl.

Betriebsamt Posen.

Hr. Kielhorn, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Treibich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Thewalt, desgl.

Betriebsamt Neifse.

Hr. Dieckmann, Regierungs- und Baurath.
- Mappes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Augustin, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Sugg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Glünder, Baurath in Glatz.

11. Eisenbahn-Direction in Altona.

Hr. Grotefend, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Wegener, Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.
- Krause, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Kuppisch, Eisenbahn-Director, desgl.
- Ulrich, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Passauer, desgl.
- Caesar, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Haafs, desgl.
- Dr. Bräuler, desgl.
- Schneider, Eisenbahn-Maschineninspector in Neumünster.
- Walter, desgl. in Berlin.
- Rizor, Eisenbahn-Bauinspector in Wittenberge.
- Steinbifs, Eisenbahn-Maschineninspector in Hamburg.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Schneider (Hermann), Regierungs- und Baurath.
Hr. Sobeczko, Baurath.
- Ritter, desgl.
- Maercker, Eisenbahn-Maschineninspector.

Betriebsamt Hamburg.

Hr. Jungbecker, Regierungs- und Baurath.
- Kärger, Baurath.
- Brandt, Eisenbahn-Maschineninspector.

Betriebsamt Kiel.

Hr. Müller, Regierungs- und Baurath.
- Claus, desgl.
- Reuter, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmidt (Theodor), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Flensburg.

Hr. Petersen, Baurath.
- Reinert, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fieck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

D. Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung in Königsberg in Pr.

Hr. Zastrau, Regierungs- und Baurath in Königsberg.
- Natus, desgl. daselbst.
- Hellwig, desgl. daselbst.
- Schmarsow, Kreis-Bauinspector in Neidenburg.
- Dempwolff, Baurath, Hafen-Bauinspector in Memel.
- Friedrich, Baurath, Kreis-Bauinspector in Braunsberg.
- Ihne, desgl. in Königsberg.
- Cartellieri, desgl. desgl. in Allenstein.
- Kaske, desgl. desgl. in Bartenstein.
- Schütte, desgl. desgl. in Rastenburg.
- Siebert, desgl. desgl. in Königsberg (Stadtkreis I).
- Funck, desgl. desgl. in Königsberg (Ldkr. Eylau).
- Rauch, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Landkreis).
- Launer, Bauinspector, (techn. Hülfsarbeiter) in Königsberg (vom 1. 1. 90 ab).
- Hoehne, Kreis-Bauinspector in Rössel.
- Bessel-Lorck, Land-Bauinspector, (technischer Hülfsarbeiter) in Königsberg.
- Fuchs, Kreis-Bauinspector in Mohrungen.
- Gibelius, desgl. in Osterode O/Pr.
- Dapper, desgl. in Labiau.
- Schierhorn, Hafen-Bauinspector in Pillau.
- Morgenstern, Wasser-Bauinsp. in Zölp bei Maldeuten O/Pr.
- Fechner, desgl. in Tapiau.
- Knappe, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Stadtkreis II).
- Weber, desgl. in Memel.
- Kleinau, desgl. in Wehlau.
- Tieffenbach, comm. desgl. in Ortelsburg.

2. Regierung in Gumbinnen.

Hr. Hasenjäger, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kröhnke, desgl. daselbst.
- Siehr, Baurath, Kreis-Bauinspector in Insterburg.
- Kapitzke, desgl. desgl. in Tilsit.
- Schlichting, desgl., Wasser-Bauinspector daselbst.
- Dannenberg, desgl. Kreis-Bauinspector in Lyck.
- Ziolecki, desgl.. in Johannisburg.
- Kellner, desgl. in Kaukehmen.
- Schoetensack, Wasser-Bauinspector in Kuckerneese.
- Bluhm, Kreis-Bauinspector in Pillkallen.
- Marggraff, Kreis-Bauinspector in Angerburg.
- Voerkel, desgl. in Lötzen.
- Beckmann (Karl), desgl. in Ragnit.
- Hausmann, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Gumbinnen.
- Baumgarth, Kreis-Bauinspector in Stallupönen.
- Pelizäus, desgl. in Goldap.
- Promnitz, desgl. in Gumbinnen.
- Strohn, desgl. in Sensburg.

3. Ober-Präsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

Hr. Kozlowski, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector in Danzig.
- Kischke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
- Barnick, desgl. desgl. in Marienwerder.
- Steinbick, desgl. desgl. in Danzig.
- Höffgen, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Danzig.
- Löwe, Wasser-Bauinspector in Culm.

3a. Königl. Commission in Danzig zur Ausführung der an der Weichselmündung herzustellenden Deich- und Schiffahrtsanlagen.

Hr. Müller (Karl), Wasser-Bauinspector (techn. Mitglied) in Danzig.

4. Regierung in Danzig.

Hr. Ehrhardt, Geheimer Regierungsrath in Danzig.
- Schattauer, Regierungs- und Baurath daselbst.
- von Schon, Baurath, Kreis-Bauinspector in Danzig.
- N. N. desgl. in Elbing.
- Dittmar, Kreis-Bauinspector in Marienburg.
- Beckershaus, desgl. in Carthaus.
- Habermann, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Danzig.
- Kummer, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
- Mau, Kreis-Bauinspector in Berent.
- Siefer, desgl. in Neustadt W/Pr.
- Mertins, Kreis-Bauinspector in Pr. Stargard.

5. Regierung in Marienwerder.

Hr. Schmidt, Regierungs- und Baurath in Marienwerder.
- Freund, desgl. daselbst.
- Elsafser, Baurath, Kreis-Bauinspector in Strasburg W/Pr.
- Wolff, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Marienwerder.
- Koppen (Karl), Kreis-Bauinspector in Dt. Crone.
- Otto, Baurath, desgl. in Conitz.
- Büttner, desgl. in Marienwerder.
- Dollenmaier, desgl. in Dt. Eylau.
- Klopsch, desgl. in Thorn.
- Wilcke, desgl. in Flatow.
- Happe, desgl. in Graudenz.
- Koppen (Otto), desgl. in Schwetz.
- Collmann von Schatteburg, desgl. in Schlochau.

6. Ministerial-Bau-Commission in Berlin.

Hr. Emmerich, Regierungs- und Baurath.
- Werner, desgl.
- Haesecke, Baurath.
- Röhnisch, desgl.

Hr. Spitta, Baurath.
- Schulze, desgl.
- Klutmann, Bauinspector.
- Kleinwächter, desgl.
- Ertmann, Wasser-Bauinspector.
- Germelmann, desgl.
- Oehmcke Land-Bauinspector } technische
- Eger, Wasser-Bauinspector } Hülfsarbeiter.

7. Polizei-Präsidium in Berlin.

Hr. Garbe, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Weber, desgl. daselbst.
- Badstübner, Baurath, daselbst.
- Soenderop, desgl. daselbst.
- Krause, desgl. daselbst.
- Hacker, desgl. daselbst. (vom 1. 1. 90 ab).
- Tiemann, desgl. daselbst.
- Runge, Bauinspector in Charlottenburg.
- Grassmann, desgl. in Berlin.
- Froebel, desgl. daselbst.
- Nitka, desgl. daselbst.
- Mühlke, desgl. daselbst.
- Dimel, desgl. daselbst.

8. Regierung in Potsdam.

Hr. Muyschel, Geheimer Regierungsrath in Potsdam.
- Dieckhoff, Regierungs- und Baurath daselbst.
- von Tiedemann, Geheimer Regierungsrath daselbst.
- Rotmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Prenzlau.
- Düsterhaupt, Baurath, desgl. in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. Wasser-Bauinspector in Rathenow.
- Thiem, desgl. desgl. in Eberswalde.
- Habermann, desgl. desgl. in Potsdam (vom 1. 1. 90 ab).
- Köhler, desgl. Kreis-Bauinspector in Brandenburg a/H.
- Leiter, desgl. Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei Oranienburg.
- Schönrock, desgl. Kreis-Bauinspector in Berlin.
- Brunner, desgl. desgl. in Neu-Ruppin.
- Domeier, Kreis-Bauinspector in Beeskow.
- Reinckens, desgl. in Jüterbog.
- Bohl, Baurath, desgl. in Berlin.
- Volkmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Angermünde.
- von Lancizolle, desgl., desgl. in Nauen.
- von Niederstetter, Kreis-Bauinspector in Perleberg.
- Rhenius, desgl. in Wittstock.
- Wiesel, Wasser-Bauinspector in Zehdenick.
- Leithold, Kreis-Bauinspector in Berlin.
- Saal, desgl. in Potsdam.
- Tolkmitt, Wasser-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.
- Prentzel, Kreis-Bauinspector in Templin.
- Krüger, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Potsdam.
- Thomas, Wasser-Bauinspector in Fürstenwalde, Spree.

9. Regierung in Frankfurt a/O.

Hr. Schack, Geheimer Regierungsrath in Frankfurt a/O.
- von Morstein, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Pollack, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sorau.
- Treuhaupt, desgl. Wasser-Bauinspector in Landsberg a/W.
- Petersen, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Giebe, desgl. desgl. in Friedeberg N.-M.
- Müller (Louis), desgl. desgl. in Arnswalde.
- von Rutkowski, desgl. desgl. in Königsberg N.-M.
- Müller (August), desgl. desgl. in Guben.
- Beutler, desgl. desgl. in Cottbus.
- Bertuch, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a/O.
- Engisch, Kreis-Bauinspector in Züllichau.
- Mebus, desgl. in Drossen.
- Lipschitz, desgl. in Luckau.
- Nienburg, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Frankfurt a/O.
- Hesse (Karl), Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.

10. Regierung in Stettin.

Hr. Steinbrück, Regierungs- und Baurath in Stettin.
- Haupt, desgl. daselbst.
- Richrath, Baurath, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
- Alberti, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Weizmann, Baurath, desgl. in Greifenhagen.
- Krone, desgl. in Anklam.
- Steinbrück, Baurath desgl. in Cammin.
- Jacob, desgl. desgl. in Demmin.
- Schlepps, Kreis-Bauinspector in Greifenberg i/P.
- Balthasar, desgl. in Stargard i/P.
- Mannsdorf, desgl. in Stettin.
- Hermann, Wasser-Bauinspector in Stettin.
- Johl, Kreis-Bauinspector in Naugard.
- Breisig, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Stettin.

11. Regierung in Cöslin.

Hr. Döbbel, Regierungs- und Baurath in Cöslin.
- Benoit, desgl. daselbst.
- Ossent, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neustettin.
- Jaeckel, desgl. desgl. in Stolp.
- Backe, desgl. in Dramburg.
- Naumann, desgl. desgl. in Cöslin.
- Anderson, Hafen-Bauinspector in Colbergermünde.
- Kosidowski, Kreis-Bauinspector in Belgard.
- Pfeiffer, desgl. in Schlawe.
- Thoemer, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Cöslin.
- Schwarze, Kreis-Bauinspector in Lauenburg i/Pommern.

12. Regierung in Stralsund.

Hr. Wellmann, Geheimer Baurath in Stralsund.
- Siber, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Barth, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Frölich, desgl. desgl. in Greifswald.
- Bickmann, desgl. in Stralsund.

13. Regierung in Posen.

Hr. Koch, Geheimer Regierungsrath in Posen.
- Albrecht, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Schönenberg, Baurath, Kreis-Bauinspector in Lissa.
- Hirt, desgl. desgl. in Posen.
- Wronka, desgl. desgl. in Ostrowo.
- Helmcke, desgl. desgl. in Meseritz.
- Stocks, desgl. desgl. in Posen (Baukreis Samter).
- de Groote, desgl. in Wollstein.
- Schultz (Joh.), Wasser-Bauinspector (techn. Hülfsarb.) in Posen.
- Spanke, Kreis-Bauinspector in Krotoschin.
- Beuck, Wasser-Bauinspector in Posen (vom 1. 1. 90 ab).
- Schulz (Paul), Kreis-Bauinspctor in Wreschen.
- Engelmeier, desgl. in Grofsdorf bei Birnbaum.
- Hauptner, desgl. in Schrimm.
- Zeuner, comm. desgl. in Rawitsch.
- Reichenbach, comm. desgl. in Obornik.

14. Regierung in Bromberg.

Hr. Reichert, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Demnitz, desgl. daselbst.
- Herschenz, Baurath, Kreis-Bauinspector in Gnesen.
- Graeve, desgl. desgl. in Czarnikau.
- Küntzel, desgl. desgl. in Inowrazlaw.
- Heinrich, desgl. desgl. in Mogilno.
- Bauer, Kreis-Bauinspector in Nakel.
- Muttray, desgl. in Bromberg.
- Wichgraf, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Bromberg.
- Teubert, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
- Wagenschein, Kreis-Bauinspector in Schubin.
- Baske, desgl. in Wongrowitz.

15. Oberpräsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

Hr. Bader, Geheimer Regierungsrath, Strom-Baudirector in Breslau.
- Orban, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cüstrin.
- Müller, desgl. desgl. in Crossen a/O.
- Brinkmann, desgl. in Steinau a/O.
- Hamel, desgl. und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Breslau.
- N. N., desgl. (technischer Hülfsarbeiter) in Breslau.
- Dittrich, Wasser-Bauinspector in Brieg.
- Borchers, desgl. in Ratibor.
- Schultz (Hermann), desgl. in Glogau.

16. Regierung in Breslau.

Hr. Beyer, Regierungs- und Baurath in Breslau.
- Cramer, desgl. daselbst.
- Baumgart, Baurath, Kreis-Bauinspector in Glatz.
- Stephany, desgl. desgl. in Reichenbach.
- Knorr, desgl. desgl. in Breslau (Stadtkreis).
- Woas, desgl. desgl. in Brieg.
- Hammer, desgl. desgl. in Schweidnitz.
- Reuter, desgl. desgl. in Strehlen.
- Berndt, desgl. desgl. in Trebnitz.
- Toebe, Kreis-Bauinspector in Breslau (Landkreis).
- Reiche, desgl. in Oels.
- Jonas, desgl. in Neumarkt.
- Weinbach, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Breslau.
- Brinkmann, Kreis-Bauinspector in Wohlau.

17. Regierung in Liegnitz.

Hr. von Zschock, Geheimer Regierungsrath in Liegnitz.
- Fölsche, Baurath, (Hülfsarbeiter) in Liegnitz.
- Starke, Kreis-Bauinspector in Görlitz.
- Weinert, Baurath, Kreis-Bauinspector in Grünberg.
- Jahn, desgl. desgl. in Liegnitz.
- Momm, desgl. desgl. in Landeshut.
- Jungfer, Kreis-Bauinspector in Hirschberg.
- Haake, desgl. in Sagan.
- Schmitz, desgl. in Hoyerswerda.
- Scholz, desgl. in Bunzlau.

18. Regierung in Oppeln.

Hr. Loenartz, Regierungs- und Baurath in Oppeln.
- Laessig, desgl. daselbst.
- Balzer, desgl. daselbst.
- Rösener, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neifse.
- Bachmann, desgl. desgl. in Oppeln.
- Holtzhausen, desgl. desgl. in Leobschütz.
- Roseck, Kreis-Bauinspector in Carlsruh O/S.
- Becherer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Rybnik.
- Moebius, desgl. desgl. in Gr. Strehlitz.
- Schalk, Kreis-Bauinspector in Neisse.
- Annecke, desgl. in Gleiwitz.
- Blau, desgl. in Beuthen O/S.
- Posern, desgl. in Plefs.
- Baumert, desgl. in Ratibor.
- Ritzel, desgl. in Neustadt O/S.
- Adank, desgl. in Oppeln.
- Seligmann, desgl. in Cosel.
- Deumling, desgl. in Kreuzburg O/S.
- Stooff, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Oppeln.

19. Ober-Präsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

Hr. von Doemming, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector in Magdeburg.
- Katz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lüneburg.
- Schramme, Baurath, desgl. (techn. Hülfsarb.) in Magdeburg.
- Grote, desgl. desgl. in Torgau.
- Bauer, desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Magdeburg.

Hr. Fischer, Wasser-Bauinspector in Wittenberge.
- Krebs, desgl. in Lauenburg a/E.
- Claussen, desgl. in Magdeburg.
- Burczek, desgl. in Stendal.

20. Regierung in Magdeburg.

Hr. Döltz, Regierungs- und Baurath in Magdeburg.
- Bayer, desgl. daselbst.
- Schüler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Halberstadt.
- Fritze, desgl. desgl. in Magdeburg.
- Kluge, desgl. desgl. in Genthin.
- Schlitte, desgl. desgl. in Quedlinburg.
- Reitsch, desgl. desgl. in Magdeburg.
- Gerlhoff, desgl. desgl. in Osterburg.
- Fiebelkorn, desgl. desgl. in Schönebeck.
- Meifsner, desgl. in Salzwedel.
- Varnhagen, Baurath, desgl. in Halberstadt.
- Pitsch, desgl. in Wanzleben.
- Heller, desgl. in Neuhaldensleben.
- Saran, desgl. in Wolmirstedt.
- Trampe, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Magdeburg.

21. Regierung in Merseburg.

Hr. Becker, Regierungs- und Baurath in Merseburg.
- Michaelis, desgl. daselbst.
- Pietsch, Baurath, Kreis-Bauinspector in Torgau.
- Werner, desgl. desgl. in Naumburg a/S.
- Kilburger, desgl. desgl. in Halle a/S.
- Boës, desgl. Wasser-Bauinspector in Naumburg a/S.
- Schröder, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sangerhausen.
- Mathy, Wege-Bauinspector in Halle a/S.
- Thurmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wittenberg.
- Lucas, desgl. desgl. in Delitzsch.
- Brünecke, desgl. Wasser-Bauinspector in Halle a/S.
- Delius, Kreis-Bauinspector in Eisleben.
- Bastian, desgl. in Merseburg.
- Boltz, desgl. in Weifsenfels a/S.
- Heeren, Wege-Bauinspector in Torgau.
- Horn, Land-Bauinspector in Merseburg, } techn.
- Matz, desgl. daselbst, } Hülfsarbeiter.
- von Wickede, Wege-Bauinspector in Merseburg.

22. Regierung in Erfurt.

Hr. Hesse, Geheimer Baurath in Erfurt.
- Boetel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Erfurt.
- N. N. desgl. in Nordhausen.
- Linker, Baurath, desgl. in Mühlhausen i/Thür.
- Beisner, desgl. in Heiligenstadt.
- N. N. Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Erfurt.
- Caspary, Kreis-Bauinspector in Suhl.

23. Regierung in Schleswig.

Hr. Germer, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- Heidelberg, desgl. daselbst.
- Suadicani, desgl. daselbst.
- Nönchen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hadersleben.
- Edens, desgl. Wasser-Bauinspector in Rendsburg.
- Weinreich, desgl. desgl. in Husum.
- Friese, desgl. Kreis-Bauinspector in Kiel.
- Kröhnke, desgl. desgl. in Glückstadt.
- Treede, desgl. desgl. in Husum.
- Greve, desgl. desgl. in Altona.
- Heydorn, desgl. desgl. in Ploen.
- Jensen, desgl. desgl. in Flensburg.
- Hotzen, desgl. desgl. in Schleswig.
- Frölich, Wasser-Bauinspector in Glückstadt.
- Reimers, desgl. in Tönning.
- Boden, desgl. (techn. Hülfsarbeiter) in Schleswig.
- Natorp, Kreis-Bauinspector in Oldesloe.
- Angelroth, Land-Bauinspector (techn. Hülfsarbeit.) in Schleswig.
- Vollmar, Kreis-Bauinspector in Meldorf.

24. Regierung in Hannover.

Hr. Sasse, Geheimer Baurath in Hannover.
- Buhse, desgl. daselbst.
- Heye, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hoya.
- Meyer, desgl. desgl. in Hameln.
- Rodde, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Hannover.
- Bergmann, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Tophof, desgl. in Hameln.
- Tesmer, desgl. in Nienburg.
- Schröder, desgl. in Hannover.
- Hensel, desgl. daselbst.
- Lehmbeck, desgl. in Diepholz.

25. Regierung in Hildesheim.

Hr. Cuno, Regierungs- und Baurath in Hildesheim.
- N. N. desgl. daselbst.
- Praël, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hildesheim.
- Koppen, desgl. desgl. in Einbeck.
- Knipping, desgl. desgl. in Hildesheim.
- Gamper, desgl. desgl. in Göttingen.
- Schade, Wasser-Bauinspector in Hildesheim.
- Mende, Kreis-Bauinspector in Osterode a/H.
- Gnuschke, desgl. in Zellerfeld.
- Heimann, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Hildesheim.
- von Behr, comm. Kreis-Bauinspector in Goslar (v. 1. 1. 90 ab).

26. Regierung in Lüneburg.

Hr. Heithaus, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
- Tolle, desgl. daselbst.
- Fenkhausen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Celle.
- Brünneke, desgl. desgl. in Lüneburg.
- Höbel, desgl. desgl. in Uelzen.
- Röbbelen, desgl. desgl. in Gifhorn.
- Lindemann, Kreis-Bauinspector in Hitzacker.
- Junker, Baurath, desgl. in Harburg.
- Meyer, Wasser-Bauinspector in Harburg.
- Kayser, desgl. in Celle.

27. Regierung in Stade.

Hr. Pampel, Geheimer Baurath in Stade.
- Dittmar, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Schaaf, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Höbel, desgl. Wasser-Bauinspector in Geestemünde.
- N. N. Kreis-Bauinspector in Verden.
- Bertram, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Post, Kreis-Bauinspector in Neuhaus a/Oste.
- Ratjen, desgl. in Buxtehude.
- König, desgl. in Stade.
- Hellwig, desgl. in Geestemünde.
- Wegener, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Stade.
- Millitzer, comm. Wasser-Bauinspector in Vegesack.

28. Regierung in Osnabrück.

Hr. Grahn, Geheimer Regierungsrath in Osnabrück.
- Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lingen.
- Haspelmath, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Reifsner, desgl. Kreis-Bauinspector in Osnabrück.
- Borchers, desgl. desgl. daselbst.
- Beckmann (Onno), Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.
- Mehliss, Wasser-Bauinspector in Meppen.

29. Regierung in Aurich.

Hr. Schelten, Regierungs- und Baurath in Aurich.
- Clauditz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Wertens, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Panse, Baurath, Wasser-Bauinspector in Norden.
- Dannenberg, desgl. in Emden.
- Biedermann, Kreis-Bauinspector in Wilhelmshaven
- Münchhoff, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Aurich.
- Breiderhoff, Kreis-Bauinspector in Norden.

30. Regierung in Münster.

Hr. Steinbeck, Regierungs- und Baurath in Münster.
- Quantz, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
- von Hülst, desgl. desgl. in Recklinghausen.
- Schmitz, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Münster.
- Roeder (Franz), Wasser-Bauinspector in Hamm.
- Niermann, Kreis-Bauinspector in Münster.
- Reinke, comm. desgl. in Rheine.

30a. Königl. Canal-Commission in Münster i/W.

(für die Herstellung des Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen).

Hr. Oppermann, Regierungs- u. Baurath, Vorsitzender in Münster.

31. Regierung in Minden.

Hr. Eitner, Regierungs- und Baurath in Minden.
- Winterstein, Baurath, Kreis-Bauinspector in Höxter.
- Cramer, desgl. desgl. in Bielefeld.
- Harhausen, desgl. desgl. in Herford.
- Biermann, desgl. in Paderborn.
- von Pelser-Berensberg, comm. Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Minden.

32. Regierung in Arnsberg.

Hr. Geifsler, Regierungs- und Baurath in Arnsberg.
- Haege, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegen.
- Haarmann, desgl. desgl. in Bochum.
- Westphal, desgl. desgl. in Soest.
- Genzmer, desgl. desgl. in Dortmund.
- Hammacher, desgl. Kreis-Bauinspector in Hagen.
- Carpe, desgl. desgl. in Brilon.
- Landgrebe, desgl. in Arnsberg.
- Lünzner, Bauinspector (technischer Hülfsarbeiter) daselbst.

33. Regierung in Cassel.

Hr. Zeidler, Geheimer Regierungsrath in Cassel.
- von Schumann, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Neumann, desgl. daselbst.
- Kullmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Hoffmann, desgl. Kreis-Bauinspector in Fulda.
- Spangenberg, desgl. desgl. in Steinau.
- Schwartz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cassel.
- Koppen (Julius), Baurath, Kreis-Bauinspector in Schmalkalden.
- Arnold, desgl. desgl. in Hanau.
- Schuchard, desgl. desgl. in Cassel.
- Difsmann, desgl. desgl. in Melsungen.
- Bornmüller, Kreis-Bauinspector in Gelnhausen.
- Wurffbain, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hersfeld.
- Büchling, desgl. desgl. in Eschwege.
- Loebell, Kreis-Bauinspector in Hofgeismar.
- von Lukomski, desgl. in Cassel.
- Lauth, desgl. in Fulda (Baukreis Hünfeld).
- Weyer, Land-Bauinspector, Rüppel, Bauinspector } (techn. Hülfsarbeiter) in Cassel.
- Rosskothen, Kreis-Bauinspector in Frankenberg.
- von den Bercken, desgl. in Homberg.
- Scheurmann, desgl. in Fritzlar.
- vom Dahl, desgl. in Marburg.
- Röttscher, desgl. in Rinteln.
- Gerpe, comm. desgl. in Kirchhain.

34. Regierung in Wiesbaden.

Hr. Cremer, Geheimer Regierungsrath in Wiesbaden.
- Cuno, Geheimer Baurath daselbst.
- Wagner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a/M.
- Herrmann, desgl. desgl. in Geisenheim.
- Helbig, desgl. desgl. in Wiesbaden.
- Eckhardt, desgl. Wasser-Bauinspector in Frankfurt a/M.
- Scheele, desgl. Kreis-Bauinspector in Dillenburg.
- Spinn, Baurath, desgl. in Weilburg.
- Holler, desgl. desgl. in Homburg v/d. Höhe.

Hr. Herborn, Kreis-Bauinspector in Langen-Schwalbach (vom 1. 1. 90 ab).
- Hehl, Kreis-Bauinspector in Diez.
- Holtgreve, desgl. in Montabaur.
- Wentzel, desgl. in Wiesbaden.
- Lütcke, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.
- Dr. von Ritgen, desgl. desgl. daselbst.
- Wolffram, Wasser-Bauinspector in Diez.
- Hesse (Karl), comm. Kreis-Bauinspector in Biedenkopf.

35. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Coblenz.

Hr. Berring, Geh. Regierungsrath, Strom-Baudirector in Coblenz.
- Hartmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
- Bretting, desgl. in Köln a/Rh.
- Rüsgen, desgl. in Coblenz.
- Beyer, desgl. in Wesel.
- Mütze, desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors u. Rheinschiffahrts-Inspector in Coblenz.
- Morant, Wasser-Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) daselbst.

36. Regierung in Coblenz.

Hr. Kirchhoff, Geheimer Baurath in Coblenz.
- Möller, Baurath, Kreis-Bauinspector in Creuznach.
- Scheepers, desgl. desgl. in Wetzlar.
- Zweck, desgl. desgl. in Andernach.
- Henderichs, desgl. in Coblenz.
- Kifs, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Coblenz.
- Mylius, Wasser-Bauinspector in Cochem a. Mosel.

37. Regierung in Düsseldorf.

Hr. Borggreve, Geheimer Regierungsrath in Düsseldorf.
- Lieber, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Denninghoff, desgl. daselbst.
- Bormann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Elberfeld.

Hr. Radhoff, Baurath, Kreis-Bauinspector in Geldern.
- Möller, desgl. desgl. in Düsseldorf.
- Ewerding, desgl. desgl. in Crefeld.
- v. Perbandt, desgl. Bauinspector (techn. Hülfsarb.) in Düsseldorf.
- Spillner, Kreis-Bauinspector in Essen.
- Kirch, Wasser-Bauinspector in Ruhrort.
- Hillenkamp, Kreis-Bauinspector in Wesel.

38. Regierung in Köln.

Hr. Gottgetreu, Geheimer Regierungsrath in Köln.
- Eschweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegburg.
- Freyse, desgl. desgl. in Köln.
- Blankenburg, Polizei-Bauinspector daselbst.
- Reinike, Kreis-Bauinspector in Bonn.
- Kosbab, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Köln.

39. Regierung in Trier.

Hr. Seyffarth, Geheimer Regierungsrath in Trier.
- Heldberg, Geheimer Baurath daselbst.
- Schönbrod, Baurath, Wasser-Bauinspector in Saarbrücken.
- Brauweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Trier.
- Freudenberg, Baurath, desgl. in Berncastel.
- Krebs, desgl., Kreis-Bauinspector in Trier.
- Treplin, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Koch, Kreis-Bauinspector in Saarbrücken.

40. Regierung in Aachen.

Hr. Kruse, Regierungs- und Baurath in Aachen.
- Nachtigall, Baurath, Kreis-Bauinspector in Düren.
- Mergard, desgl. desgl. in Aachen.
- Stoll, desgl. desgl. daselbst.
- Moritz, Kreis-Bauinspector in Montjoie.
- Daniels, Bauinspector (techn. Hülfsarbeiter) in Aachen.

41. Regierung in Sigmaringen.

Hr. Laur, Regierungs- und Baurath in Sigmaringen.

Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

Hr. Gebauer, Geh. Bergrath, Ober-Berg- u. Baurath in Berlin.
- Neufang, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.
- Dr. Langsdorf, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Clausthal, in Clausthal.
- Dumreicher, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.

Hr. Buchmann, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Halle a/S., in Schönebeck bei Magdeburg.
- Braun, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Bezirk der Bergwerks-Direction Saarbrücken, in Saarbrücken.
- Gieseke, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Dortmund, in Osnabrück.
- Haselow, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Breslau, in Gleiwitz.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses.

Hr. Tetens, Hof-Baurath in Berlin.
- Ihne, Hof-Baurath daselbst.
- Bohne, Hof-Bauinspector in Potsdam.

Hr. Krüger, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.

Hr. Niermann, Hausfideicommiſs-Baurath in Berlin.
- Haeberlin, Hof-Baurath in Potsdam.
- Knyrim, desgl. in Wilhelmshöhe bei Cassel.
- Geyer, Hof-Bauinspector in Berlin.

2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Hr. Spieker, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Persius, Geheimer Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin.
- Voigtel, Geheimer Regierungsrath, Dombaumeister in Cöln.

Hr. Dr. Meydenbauer, Regierungs- und Baurath beim Ministerium in Berlin.
- Leopold, Baurath bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.
- Merzenich, Land-Bauinspector, Architekt für die Königl. Museen in Berlin.
- Bürckner, Land-Bauinspector im Ministerium in Berlin.
- Ditmar, desgl. daselbst.
- Brinckmann, Land-Bauinspector u. akademischer Baumeister in Greifswald.
- Leidich, comm. Bauinspector, Zeichnenlehrer an der Landesschule in Pforta.

3. Beim Ministerium für Landwirthschaft, Domänen und Forsten.

Hr. Cornelius, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Kunisch, desgl. in Berlin.
- Reimann, Land-Bauinspector und Baurath in Berlin.
- Fahl, Meliorations-Bauinspector in Danzig.
- von Münstermann, Regierungs- und Baurath in Breslau.
- Hefs, Baurath, Meliorations-Bauinspector in Hannover.
- Schulemann, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Schmidt, desgl. in Cassel.

Hr. Wille, Regierungs- und Baurath in Magdeburg.
- Nestor, Meliorations-Bauinspector in Trier.
- Gerhardt, desgl. in Berlin.
- von Lancizolle, desgl. in Stettin.
- Danckwerts, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Grantz, desgl. in Münster i/W.
- Münchow, comm. desgl. in Schleswig.
- Graf (Ernst), comm. desgl. in Düsseldorf.
- Messerschmidt, Bauinspector, Hülfsarbeiter bei der Ansiedelungs-Commission der Prov. Posen u. Westpreufsen, in Posen.

4. Den diplomatischen Vertretungen im Auslande sind attachirt:

Hr. Pescheck, Regierungs- und Baurath in Paris.
- Roeder (Rudolph), Wasser-Bauinspector in Wien.
- Volkmann, desgl. in St. Petersburg.
- Keller (H.), desgl. in Rom.
- Petri, Königlicher Regierungs-Baumeister in New York.

III. Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Fülscher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Kaiserl. Canal-Baucommission in Kiel.
- Tiede, Baurath, leitet den Bau des naturhist. Museums in Berlin.
- Haeger, Baurath, beim Bau des Reichstagsgebäudes in Berlin.
- Mohr, Baurath, leitet den Bau des Oder-Spree-Canals in Fürstenwalde/Spree.
- Breymann, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Göttingen.
- Waldhausen, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Breslau.
- Kracht, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Kurzebrack.
- Bergmann, Land-Bauinspector, in Hannover für den Neubau des Empfangsgebäudes in Osnabrück.
- Kuntze, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Kiel.
- Goerz, desgl. desgl. in Rendsburg.
- Peltz, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Empfangsgebäudes auf Bahnhof Halle a/S.
- Allendorf, Wasser-Bauinspector, bei den Warthe-Regulirungsbauten, in Landsberg a/W.

Hr. Bergmann, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Fordon.
- Gorgolewski, Land-Bauinspector, bei den Universitätsbauten in Halle a/S.
- Steinbrecht, desgl. leitet den Restaurationsbau des Hochschlosses in Marienburg W/Pr.
- Hoekt, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Münster i/W.
- Plathner, Wasser-Bauinspector, ebendaselbst, Hülfsarbeiter und Stellvertreter des Vorsitzenden der Königl. Canal-Commission, daselbst.
- Otto, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Graudenz.
- Lang, Wasser-Bauinspector, bei den Erweiterungsbauten des Landwehr-Canals, in Berlin.
- Pohl, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, bei Rheine (vom 1. 1. 90 ab).
- Greve, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-Canals.

IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

A. Im Ressort des Reichs-Amts des Innern.

Hr. Busse (August), Geheimer Regierungrath in Berlin.

B. Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

Hr. Streckert, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Gimbel, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- E. Emmerich, Geheimer Regierungsrath daselbst.

C. Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Zimmermann, Dr., Regierungsrath in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

a) bei der Betriebs-Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Cronau, Ober-Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Funke, desgl. desgl.
- Schübler, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Kaiserlichen General-Direction.
- Hering, Regierungsrath, desgl.
- Schieffer, desgl. desgl.

Sämtlich in Strafsburg.
- Kecker, Eisenbahn-Betriebs-Director, in Metz.
- Büttner, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus in Strafsburg.
- Ostermeyer, desgl. daselbst.
- Steltzer, desgl. in Colmar.
- Coermann, desgl. in Mülhausen.
- Schröder, desgl. in Strafsburg.
- Kriesche, desgl. Vorsteher d. bautechnischen Bureaus in Strafsburg.
- Koeltze, desgl. in Saargemünd.
- Schneidt, desgl. Vorsteher des Materialienbureaus in Strafsburg.
- von Kietzell, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Hagenau.
- Pabst, desgl. in Strafsburg.
- Schultz, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Schlettstadt.

Hr. Wachenfeld, Baurath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Mülhausen.
- Ottmann, desgl. desgl. in Diedenhofen.
- Bonnegger, desgl. desgl. in Colmar.
- Weltin, desgl. in Strafsburg.
- Dietrich, desgl. in Saarburg.
- Lachner, desgl. in Saargemünd.
- Strauch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Mülhausen.
- Franken, desgl. in Metz.
- Rhode, desgl. daselbst.
- Bossert, desgl. in Saargemünd.
- Laubenheimer, Dr., desgl. in Strafsburg.
- Bozenhardt, Eisenbahn-Baumeister daselbst.
- Mayer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daseldst.
- Kaeser, Eisenbahn-Baumeister in Rothau.
- Keller, desgl. in Schlettstadt.

b) bei der der Kaiserl. General-Direction der Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

Hr. de Bary, Eisenbahn-Betriebsdirector,
- Salentiny, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Graff, desgl.
- Mersch, Ingenieur. Sämtlich in Luxemburg.

D. Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hr. Kind, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin. (Tritt vom 1. 1. 90 ab in den Ruhestand.)
- Skalweit, Post-Baurath in Berlin, Stellvertr. des Hrn. Kind.
- Neumann, desgl. in Erfurt.
- Arnold, desgl. in Karlsruhe (Baden).
- Cuno, desgl. in Frankfurt (Main).
- Nöring, desgl. in Königsberg (Pr.).
- Zopff, desgl. in Dresden.
- Tuckermann, desgl. in Berlin.
- Hindorf, desgl. in Stettin.
- Schmedding, desgl. in Leipzig.
- Hake, desgl. in Hamburg.

Hr. Perdisch, Post-Baurath in Schwerin (Mecklenburg).
- Kux, desgl. in Breslau.
- Stüler, desgl. in Posen.
- Neumann, desgl. in Magdeburg.
- Techow, comm. Post-Baurath in Berlin (vom 1. 2. 90 ab).
- Hintze, desgl. in Köln (Rhein).
- Schaeffer, desgl. in Hannover (vom 1. 1. 90 ab).
- Bettcher, desgl. in Strafsburg (Elsafs).
- Schuppan, Post-Bauinspector in Berlin.
- Wendt, desgl. daselbst (vom 1. 2. 90 ab).
- Winckler, desgl. in Düsseldorf desgl.
- Prinzhausen, desgl. in Aachen desgl.

Hr. Busse (Karl), Geheimer Ober-Regierungsrath, Director der Reichsdruckerei in Berlin.

E. Bei dem preufsischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

a) Ministerial-Bauabtheilung.

Hr. Voigtel, Geheimer Ober-Baurath, Abtheilungs-Chef.
- Bernhardt, Geheimer Ober-Baurath.
- Schönhals, Geheimer Baurath.
- Appelius, charakt. desgl.
- Wodrig, desgl.
- Duisberg, Intendantur- und Baurath.

b) Intendantur- u. Bauräthe und Garnison-Baubeamte.

1. Bei dem Garde-Corps.

Hr. Bruhn, Intendantur- und Baurath in Berlin.
- la Pierre, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Köhne, desgl. daselbst.
- Kahl, desgl. daselbst.
- Böhmer, desgl. daselbst.
- Neumann, desgl. in Potsdam.
- Kneisler, desgl. in Berlin (vom 1. 1. 90 ab).

2. Bei dem I. Armee-Corps.

Hr. Meyer, Intendantur- und Baurath in Königsberg i/Pr.
- Kentenich, Garnison-Bauinspector in Insterburg.
- Kienitz, desgl. in Graudenz.
- Bähcker, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Stegmüller, desgl. in Danzig.
- Allihn, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Bagniewski, desgl. in Allenstein.
- Fehlhaber, desgl. in Danzig.

3. Bei dem II. Armee-Corps.

Hr. von Rosainsky, Garnison-Bauinspector, mit Wahrnehmung der Geschäfte des bautechn. Mitgl. der Int. II. AC. beauftragt, in Stettin.
- Bobrik, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Colberg.
- Gerasch, desgl. in Stralsund.
- Dublanski, desgl. in Stettin.
- Saigge, desgl. in Thorn.
- Atzert, desgl. in Stettin.
- Koch, desgl. in Bromberg.
- Wellmann, desgl. in Cöslin.
- Zeidler, desgl. in Stettin.

4. Bei dem III. Armee-Corps.

Hr. Boethke, Intendantur- und Baurath, in Berlin.
- Arendt, Garnison-Bauinspector in Cüstrin.
- Busse, desgl. in Berlin.
- Döbber, desgl. in Spandau.
- Zaar, desgl. in Berlin.
- Rofsteuscher, desgl. in Spandau.

5. Bei dem IV. Armee-Corps.

Hr. Habbe, Intendantur- und Baurath in Magdeburg.
- Ullrich, Garnison-Bauinspector in Erfurt.
- Schneider I., desgl. in Halle a/S.

Hr. Brook, Garnison-Bauinspector in Magdeburg.
- von Zychlinski, desgl. in Wittenberg.
- Grell, desgl. in Magdeburg.

6. Bei dem V. Armee-Corps.

Hr. Schüfsler, Intendantur- und Baurath in Posen.
- Schneider II., Garnison-Bauinspector daselbst.
- Lehmann, desgl. in Liegnitz.
- Bode, desgl. in Posen.
- Schmid, desgl. in Glogau.

7. Bei dem VI. Armee-Corps.

Hr. Steuer, Intendantur- und Baurath in Breslau.
- Veltmann, Garnison-Bauinspector in Gleiwitz.
- Ahrendts, desgl. in Breslau.
- Kahrstedt, desgl. in Neifse.
- Rokohl, desgl. in Breslau.

8. Bei dem VII. Armee-Corps.

Hr. Kühtze, Intendantur- und Baurath in Münster.
- Rettig, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Zacharias, desgl. in Rendsburg.
- Schmedding, desgl. in Minden.

9. Bei dem VIII. Armee-Corps.

Hr. Steinberg, Intendantur- und Baurath in Coblenz.
- Hauck, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Köln.
- Schmidt, Garnison-Bauinspector in Coblenz.
- Heckhoff, desgl. in Trier.
- Thielen, desgl. in Köln.
- Jungeblodt, desgl. in Coblenz.

10. Bei dem IX. Armee-Corps.

Hr. Gerstner, Garnison-Bauinspector, mit Wahrnehmung der Geschäfte des bautechn. Mitgl. der Int. IX. AC. beauftragt, in Altona.
- Bolte, Garnison-Bauinspector in Flensburg.
- Drewitz, desgl. in Rostock.
- Göbel, desgl. in Altona.

11. Bei dem X. Armee-Corps.

Hr. Schuster, Intendantur- und Baurath in Hannover.
- Linz, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Werner, desgl. in Oldenburg.
- Pasdach, Königl. Regierungs-Baumeister, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt, in Braunschweig.

12. Bei dem XI. Armee-Corps.

Hr. Verworn, Intendantur- und Baurath in Cassel.
- Gummel, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Reinmann, Garnison-Bauinspector in Mainz.
- Pieper, desgl. in Frankfurt a/M.
- Herzog, desgl. in Darmstadt.
- Blenkle, desgl. in Mainz.

13. Bei dem XIV. Armee-Corps.

Hr. Rühle von Lilienstern, Garnison-Bauinspector, mit Wahrnehmung der Geschäfte des bautechn. Mitgl. der Int. XIV. AC. beauftragt, in Karlsruhe.
- Gabe, Garnison-Bauinspector in Rastatt.
- Hartung, desgl. in Freiburg i/B.
- Jannasch, desgl. in Karlsruhe.
- Hellwich, desgl. daselbst.

14. Bei dem XV. Armee-Corps.

Hr. Bandke, Intendantur- und Baurath in Straſsburg i/E.
- Beyer, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Kalkhof, desgl. in Mülhausen i/E.
- Stolterfoth, desgl. in Metz.
- Andersen, desgl. in Straſsburg i/E.
- Knitterscheid, Königl. Regierungs-Baumeister, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt, in Metz.

F. Bei dem Reichs-Marine-Amt.

1. Im Reichs-Marine-Amt in Berlin.

Hr. Wagner, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath.
- Brix, desgl. desgl.
- Gurlt, desgl. desgl.
- Dietrich, desgl. desgl.
- Vogeler, Wirklicher Admiralitätsrath desgl.
- Görris, Admiralitätsrath.
- Rotter, desgl.
- van Hüllen, Schiffbau-Oberingenieur.
- Hofsfeld, desgl.
- Petzsch, Maschinenbau-Ingenieur.
- Rauchfuſs, Schiffbau-Ingenieur.
- Strangmeyer, Maschinenbau-Ingenieur.

2. Bei den Werften.

a) Werft in Kiel.

Hr. Gebhardt, Schiffbau-Director.
- Meyer, Maschinenbau-Director.
- Franzius, Hafenbau-Director.
- Pannecke Schiffbau-Oberingenieur.
- Bartsch, desgl.
- Budloff, desgl. (c. z. Marineak. und Schule).
- Schrödter, desgl.
- Kasch, Schiffbau-Ingenieur.
- Krieger, desgl.
- Graeber, desgl.
- Johow, desgl.
- Schwarz, desgl.
- Beck, Maschinenbau-Oberingenieur.
- Görris, desgl.
- Bertram, desgl.
- Thomsen, Maschinenbau-Ingenieur.
- Lehmann, desgl.
- Busley, desgl. (c. z. Marineak. und Schule).
- Uthemann, desgl.
- Eickenrodt, desgl.
- Ofers, desgl.
- Lechner, desgl.
- Klamroth, desgl.
- Schirrmacher, Hafenbau-Oberingenieur.

b) Werft in Wilhelmshaven.

Hr. Guyot, Wirkl. Admiralitätsrath, Schiffbau-Director.
- Bauck, Admiralitötsrath, Maschinenbau-Director.
- Rechtern, Hafenbau-Director.
- Lindemann, Schiffbau-Oberingenieur.
- Jäger, desgl.
- Wiesinger, Schiffbau-Ingenieur.
- Janke, desgl.
- Brinkmann, desgl.
- Giese, desgl.
- Flach, desgl.
- Hüllmann, desgl.
- Schulze, Maschinenbau-Oberingenieur.
- Mechlenburg, desgl.
- Hoffert, desgl.
- Dübel, desgl.
- Nott, Maschinenbau-Ingenieur.
- Thämer, desgl.
- Plate, desgl.
- Schlüter, desgl.
- Richter, desgl.
- Peck, desgl.
- Bieske, Hafenbau-Oberingenieur.

c) Werft in Danzig.

Hr. Zeysing, Wirkl. Admiralitätsrath und Schiffbau-Director.
- Langner, Maschinenbau-Director.
- C. Müller, Hafenbau-Director.
- von Lindern, Schiffbau-Oberingenieur.
- Kretschmer, Schiffbau-Ingenieur.
- Afsmann, Maschinenbau-Oberingenieur.
- Weispfenning, desgl.
- Veith, Maschinenbau-Ingenieur.
- Köhn von Jaski, desgl.
- Gromsch, Hafenbau-Ingenieur.

3. Bei der Inspection des Torpedowesens in Kiel.

Hr. Schunke, Schiffbau-Director.
- Scheit, Maschinenbau-Ingenieur.

4. Bei den Marine-Intendanturen.

Hr. Bugge, Intendantur- und Baurath in Wilhelmshaven.
- Krafft, Garnisonbau-Oberingenieur in Kiel.

Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens.

(Am 1. December 1889.)

Präsident: Hr. Wirklicher Geheimer Rath, Ministerial-Director Schneider, Excellenz.
Stellvertreter: Hr. Geheimer Regierungsrath Professor Ende.

A. Abtheilung für den Hochbau.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Geheimer Ober-Baurath Professor Adler.
2. - Geheimer Ober-Regierungsrath Spieker, Abtheilungs-Dirigent.
3. - Geheimer Regierungsrath Persius.
4. - Geheimer Regierungsrath und Professor Raschdorff.
5. - Geheimer Regierungsrath Professor Ende, Stellvertreter des Präsidenten und des Abtheilungs-Dirigenten.
6. - Professor Jacobsthal.
7. - Baurath Heyden.
8. - Geheimer Regierungrath und Professor Otzen.
9. - Stadt-Baurath Blankenstein.
10. - Baurath Schmieden.
11. - Geheimer Ober-Regierungsrath Cornelius.
12. - Architekt von Grofsheim.
13. - Geheimer Ober-Baurath Endell.
14. - Regierungs- und Baurath Emmerich.
15. - Geheimer Ober-Baurath Nath.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Hr. Geheimer Regierungsrath Voigtel in Köln.
2. - Geheimer Regierungsrath u. Professor Hase in Hannover.
3. - Baurath und Director Lüdecke in Breslau.
4. - Ober-Baurath und Professor Lang in Karlsruhe.
5. - Wirkl. Geh. Ober-Regierungsrath Dr. Schöne } in Berlin.
6. - Director und Professor von Werner } in Berlin.
7. - Geheimer Regierungsrath Dr. Dohme } in Berlin.
8. - Maler und Professor Geselschap } in Berlin.
9. - Baurath und Professor Giese in Dresden.
10. - Professor und Ober-Baurath Dr. von Leins in Stuttgart.
11. - Hof-Baudirector von Egle in Stuttgart.
12. - Ober-Baudirector von Siebert in München.
13. - Professor und Baurath Kühn } in Berlin.
14. - Professor und Bildhauer F. Schaper } in Berlin.
15. - Geheimer Baurath Lorenz } in Berlin.
16. - Geheimer Ober-Regierungsrath Dr. Jordan } in Berlin.
17. - Architekt, Baurath Schwechten } in Berlin.

B. Abtheilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Wirklicher Geheimer Rath, Ministerial-Director Schneider, Excellenz, Präsident.
2. - Geheimer Ober-Baurath Schwedler, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
3. - Geheimer Ober-Baurath Grüttefien.
4. - Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath Kinel, Abtheilungs-Dirigent.
5. - Geheimer Ober-Regierungsrath Streckert.
6. - Geheimer Ober-Baurath Baensch.
7. - Ober-Baudirector A. Wiebe.
8. - Geheimer Ober-Baurath L. Hagen.
9. - Geheimer Commerzienrath Schwartzkopff.
10. - Eisenbahn-Directions-Präsident Wex.
11. - Geheimer Ober-Baurath Stambke.
12. - Geheimer Ober-Baurath Kozlowski.
13. - Geheimer Baurath Dresel.
14. - Geheimer Baurath Lange.
15. - Professor Müller-Breslau.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Hr. Civilingenieur Veit-Meyer in Berlin.
2. - Geheimer Regierungsrath Prof. Launhardt in Hannover.
3. - Ober-Baurath Dr. Scheffler in Braunschweig.
4. - Wasser-Baudirector Nehls in Hamburg.
5. - Ober-Baudirector Franzius in Bremen.
6. - Geh. Regierungsrath u. Professor Dr. v. Helmholtz } in Berlin.
7. - Geh. Regierungsrath Dr. Werner von Siemens } in Berlin.
8. - Geh. Rath, Director und Professor Dr. von Bauernfeind in München.
9. - Professor O. Grove in München.
10. - Professor Bauschinger daselbst.
11. - Geheimer Rath, Professor Dr. Zeuner } in Dresden.
12. - Geheimer Finanzrath Köpcke } in Dresden.
13. - Wasser-Baudirector Schmidt } in Dresden.
14. - Ober-Baurath von Brockmann in Stuttgart.
15. - Geheimer Admiralitätsrath Wagner in Berlin.
16. - Kaiserl. Geh. Regierungsrath a. D. Wöhler in Hannover.
17. - Baudirector und Professor Honsell in Karlsruhe.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.